

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 18.04.01 Химическая технология  
 Отделение школы Отделение химической инженерии

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
<b>Изучение свойств и тестирование модифицированных природных минералов для очистки воды от микробиологических загрязнений</b>

УДК: 661.183.124(571.16):579.842.11

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ73	Вачадзе Георгий Джамбулович		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШХБМТ	Плотников Евгений Владимирович	К.Х.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына З.В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Е.В.	К.Х.Н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность): 18.04.01 Химическая технология

Уровень образования: Магистратура

Отделение школы (НОЦ): Химической инженерии

Период выполнения: осенний /весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019.
--	-------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.09.2018 г.	Литературный обзор по теме исследования	20
01.12.2018 г.	Проведение эксперимента	20
15.04.2019 г.	Обсуждение результатов эксперимента	30
20.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.2019 г.	Социальная ответственность	15

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШХБМТ	Плотников Е.В.	К.Х.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Михеева Е.В.	К.Х.Н., доцент		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

*Планируемые результаты обучения*

*по ООП 18.04.01 (магистр)*

*направление «Химическая технология»*

*профиль «Инжиниринг в биотехнологических и фармацевтических производствах».*

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>	
P1	Способность самостоятельно совершенствовать и развивать свой интеллектуальный, общекультурный и профессиональный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности
P2	Готовность к кооперации с коллегами для выполнения научно-исследовательских и научно-производственных работ, в том числе интернациональных; способность проявлять инициативу, личную ответственность; быть коммуникабельным.
P3	Демонстрировать понимание вопросов устойчивого развития современной цивилизации, безопасности и здравоохранения, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияние инженерных решений на социальный контекст и социальную среду
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P4	Способность к овладению базовыми знаниями в области базовых естественных и технических наук, применение их в различных видах профессиональной деятельности
P5	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, быть готовым к использованию в профессиональной деятельности информационных и коммуникативных технологий
P6	Быть способным к планированию, проведению теоретических и экспериментальных исследований, обработке полученных результатов и представлению их в форме, адекватной задаче
P7	Быть способным к организационно-управленческой и инновационной деятельности в биофармацевтической области, демонстрировать знания для решения проблем устойчивого развития

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность): 18.04.01 Химическая технология  
Отделение школы (НОЦ): Химической инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Михеева Е.В. (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации
--------------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ73	Вачадзе Георгию Джамбуловичу

Тема работы:

<b>Сравнительные исследования сорбентов на основе природных минералов для очистки воды от микробиологических загрязнителей</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2600/с от 04.04.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2019
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>В качестве объектов исследования взять природный глауконит, цеолит и гравий Бакчарского месторождения Томской области, активированный уголь Таловского месторождения Томской области; провести литературный обзор по тематике научно-исследовательской работы; в экспериментальной части предоставить методики проведения экспериментов; произвести оценку сорбционных свойств минералов по отношению к микробиологическим загрязнителям, а в частности к бактериологической культуре <i>Escherichia Coli</i> и вирусной культуре <i>Bacteriophagum coli</i>;</p>
---	--

	проанализировать и сравнить полученные результаты; сделать выводы.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Обзор и анализ литературы по теме исследования, с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, постановка эксперимента, обсуждение результатов выполненной работы, расчет экономической составляющей, оценка безопасности, ресурсоэффективности, ресурсосбережения исследования, заключение по работе.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН Криницына З.В.
Социальная ответственность	Ассистент ООД Мезенцева И.Л.
Раздел на иностранном языке	Старший преподаватель ОИЯ Михайлова О.В.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	21.01.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ИШХБМТ	Плотников Е.В.	К.Х.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ73	Вачадзе Георгий Джамбулович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ73	Вачадзе Георгий Джамбулович

Школа	ИШПР	Отделение	ОХИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Химическая технология

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ).	Плановая себестоимость по выполнению проекта равна 1 291 265 рублей.  Стоимость оборудования, необходимого для реализации проекта равна 27049,0 рублей.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 27,1 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Предпроектный анализ	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2 Диаграмма Исикава 1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации 1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования
2. Инициация проекта	2.1 Цели и результат проекта 2.2 Организационная структура проекта 2.3 Ограничения и допущения проекта
3 Планирование управления научно-технологическим проектом	3.1 Иерархическая структура работ проекта 3.2 Контрольные события 3.3 План проекта (календарный план НТИ) 3.4 Бюджет проекта исследования (планируемые затраты на выполнение НТИ) 3.5 Организационная структура проекта 3.6 Матрица ответственности

	<i>3.7 План управления коммуникациями проекта</i>
<i>4 Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования</i>

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Исикавы;
2. Иерархическая структура работ проекта;
3. Календарный план-график проведения НИОКР;
4. Организационная структура проекта.

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына З.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ73	Вачадзе Г.Д.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ДМ73	Вачадзе Георгию Джамбуловичу

Школа	ИШПР	Отделение	ОХИ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Химическая технология

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – фильтрующие модули природных сорбентов Томской области.</p> <p>Рабочая зона – научно-исследовательская лаборатория 2 корпуса ТПУ.</p> <p>Область применения – фармацевтическая промышленность, водоочистка, водоподготовка.</p>
--	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<p>1.1. Выявление вредных факторов в химической лаборатории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредные вещества, воздействие электромагнитного и электростатического поля;</li> <li>- физико-химическая природа вредности и их связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие вредных факторов на организм;</li> <li>- предлагаемые средства защиты для работы в научно-исследовательской лаборатории: средства коллективной защиты - работа под вытяжным шкафом; индивидуальные средства защиты - одноразовые перчатки, очки, халат, респиратор;</li> </ul> <p>1.2. Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электробезопасность (наличие химически активной среды, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования) СанПиН 2971-84;</li> <li>- пожаровзрывоопасность (наличие легковоспламеняющихся жидкостей) СанПиН 2.6.1.1192-03.</li> </ul>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выявление размеров требуемой санитарно-защитной зоны</li> <li>- влияние вредных веществ, которые выделяются или используются вовремя</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>эксперимента через вентиляционную систему;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химическое загрязнение водостоков в результате удаления неорганических отходов в канализационную сеть;</li> <li>- утилизация неорганических отходов;</li> <li>- рассмотрены решения по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения-пожар, взрыв, разрушения зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураган, землетрясения;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий:</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. использование огнетушителя, песка, азбестового одеяла в случае пожара;</li> <li>2. в случае стихийных бедствий отключение воды и электричества;</li> <li>3. организационная эвакуация работающих.</li> </ol>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 31.12.2014)</li> <li>-организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: инструктаж по охране труда и пожарной безопасности.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ДМ73	Вачадзе Г.Д.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 138 страниц, 13 рисунков, 39 таблиц, 34 использованных литературных источника.

**Ключевые слова:** глауконит, цеолит, гравий Бакчарского месторождения, активированный уголь Таловского месторождения, штамм бактерии *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922), тестовая культура *Bacteriophagum coli*.

**Объект исследования:** глауконит, цеолит, гравий Бакчарского месторождения, активированный уголь Таловского месторождения, штамм бактерии *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922), тестовая культура *Bacteriophagum coli*.

**Цель работы:** Оценка эффективности использования сорбентов на основе глауконита, цеолита, природного гравия и активированного угля для очистки водных сред от микробиологических загрязнений и вирусов. Создание переносной системы водоочистки индивидуального пользования на основе комбинированной загрузки, состоящей из природных минералов ТО.

В процессе исследования проводилась – изучение физико-химических свойств используемых природных сорбентов. Подбор фракций сорбентов для получения оптимальных гидродинамических характеристик фильтров. Изучение сорбционных свойств природных сорбентов, для очистки воды от микробиологических загрязнений. Оценка гидродинамических параметров минералов и активированного угля разными фракциями при очистке водных сред от микробиологических загрязнений. Сравнение свойств, модифицированных сорбентов. Подбор эффективной комбинированной загрузки сорбентов для персональных фильтровальных модулей.

В результате исследования получены данные об оптимальном составе фракций сорбентов, сорбционные и гидродинамические свойства адсорбентов.

В ходе работы было установлено, что модифицированный глауконит перспективней в использование, чем остальные минералы ТО, так как по сравнению с цеолитом и гравием демонстрирует высокие гидродинамические показатели при фракции, продемонстрировавшей стерильный показатель. Также стоит отметить высокие гидродинамические и сорбционные свойства активированного угля, послужившим в нашей работе сорбентом сравнения.

Эти результаты станут основой исходных данных для проектирования производства комбинированных фильтров на основе сорбентов, добываемых в Томской области.

Очистка воды от микробиологических загрязнений в настоящее время является весьма актуальным направлением в науке. Использование минералов Томской области в водоочистке может удешевить и сделать очистку более экспрессной.

В будущем планируется создание эффективных персональных фильтров на основе комбинаций различного минерального и фракционного составов, а также улучшение гидродинамических свойств используемых минералов.

#### **Определения, обозначения, сокращения.**

E. coli – *Escherichia coli*

МПБ – мясо-пептонный бульон

МПА – мясо-пептонный агар

КОЕ – колониеобразующие единицы

БОЕ – бляшкообразующие единицы

## Оглавление

Реферат.....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	15
Актуальность темы. ....	15
Научная и практическая новизна проекта.....	16
Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР .....	17
1.1 Водочистка. ....	17
1.1.1 Пригодность воды для питья.....	17
1.1.2 Основные показатели качества питьевой воды. ....	19
1.1.3 Требования, предъявляемые к качеству промышленных вод. ....	20
1.1.4 Современные требования к качеству воды для фармацевтических целей.....	21
1.2 Современные методы очистки воды. ....	22
1.2.1 Источники загрязнений сточных вод. ....	22
1.2.2 Механические методы очистки вод. ....	23
1.2.3 Биологическая очистка сточных вод.....	24
1.2.4 Микробиологические загрязнители воды. ....	25
1.3 Характеристика и применение адсорбентов.....	26
1.3.1 Активированный уголь.....	27
1.3.2 Природный гравий.....	28
1.3.3 Свойства и применение глауконита.....	29
1.3.4 Свойства и применение цеолита. ....	35
Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	40
2.1 Технические характеристики оборудования. ....	40
2.2 Объекты исследования.....	41
2.3 Материалы и сырье. ....	42
2.4 Методы исследования. ....	42
2.4.1 Приготовление питательных сред. ....	42
2.4.2 Работы с бактериальными культурами. ....	45
2.4.2.1 Селекция чистой культуры E. Coli на среде Эндо. ....	45
2.4.2.2 Приготовление модельного раствора культуры E. Coli для тестирования исследуемых фильтров. ....	46
2.4.2.3 Анализ фильтрата и культивация микроорганизмов после фильтрации. ....	46
2.4.3 Работа с вирусами.....	48
2.4.3.1 Выполнение анализа при определении колифагов. ....	48
2.4.3.2 Учет результатов.....	49

2.4.4 Подсчет общего количества микроорганизмов методом Коха. ....	49
Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....	51
3.1 Изучение характеристики поверхности используемых сорбентов. ....	51
3.1.1 Метод БЭТ. ....	51
3.2 Подбор оптимальных фракции глауконита для получения оптимальных гидродинамических характеристик фильтров. ....	52
3.3 Изучение сорбционных свойств минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах в статическом режиме. ....	53
3.4 Изучение сорбционных свойств минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах в динамическом режиме. ....	54
3.5 Модификация природных минералов. ....	56
3.6 Изучение сорбционных свойств модифицированных минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах. ....	56
Глава 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	58
5.1 Предпроектный анализ.....	58
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования. ....	58
5.1.2 Диаграмма Исикавы. ....	58
5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации. ....	61
5.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования. ....	62
5.2 Инициация проекта. ....	62
5.2.1 Цели и результат проекта. ....	62
5.2.3 Ограничения и допущения проекта.....	64
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом .....	65
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта. ....	65
5.3.2 Контрольные события проекта.....	66
5.3.3 План проекта.....	67
5.3.4 Бюджет научного исследования.....	68
5.3.4.1 Расчет материальных затрат.....	69
5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	70
5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей. ....	71
5.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей.....	72
5.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). ....	73
5.3.4.6 Научные и производственные командировки.....	73
5.3.4.7 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями. ....	73
5.3.4.8 Накладные расходы. ....	73
5.3.4.9 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта.....	74

5.3.5 Организационная структура проекта. ....	76
5.3.6 Матрица ответственности. ....	76
5.3.7 План управления коммуникациями проекта.....	77
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. ....	77
5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования. ....	77
Опубликованные работы по теме исследования.....	81

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы.**

1. Нужды человечества в очищенной от бактериологических культур воде и дальнейшем её применении в фармацевтической и пищевой промышленности.

2. Глобальный дефицит питьевой воды. На данный момент перед учеными стоит вопрос о растущей повсеместной нехватке водных ресурсов. Это проблема станет одной из основных угроз для человечества в ближайшем будущем. В наши дни поставка очищенной питьевой воды населению, защита водных ресурсов от загрязнений, а также их рациональная эксплуатация являются залогом процветающего государства. Одной из основных обсуждаемых тем Министерства Природных Ресурсов и Экологии является, вопрос об очистке гидросферы страны. На сегодняшний день привлекается все больше внимания и ресурсов, организуются специальные мероприятия по решению нависающей над нами угрозой, но эта задача до сих пор остается не решенной.

3. Методы очистки воды от микробиологических загрязнителей являются дорогими и сложными процессами. Фильтрующие модули в больших случаях применяются не больше одного раза. Имеется большое количество источников загрязнения водных ресурсов, в большинстве случаев это человеческий фактор, одними из основных отравителями водных сред являются: несанкционированные свалки, растущее число кладбищ, а также сточные воды предприятий, пищевой, химической и т.д. Это все обуславливает активное загрязнение поверхностных и подземных слоев земли.

**Цель исследования:** Оценка эффективности использования сорбентов на основе глауконита, цеолита, природного гравия и активированного угля для очистки водных сред от микробиологических загрязнений и вирусов. Создание переносной системы водоочистки индивидуального пользования на основе комбинированной загрузки, состоящей из природных минералов ТО.

Исходя из поставленной цели, были составлены следующие задачи:

1. Подобрать оптимальные фракции и их смеси на основе природных минералов.
2. Изучить физико-химические характеристики сорбентов на основе природных минералов.
3. Изучить сорбционные свойства природных минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений.
4. Оценить гидродинамические характеристики природных минералов при фильтрации.
5. Подобрать эффективную комбинацию сорбентов на основе природных минералов для использования в переносном фильтровальном модуле.

Научная и практическая новизна проекта.

1. В работе предложено применение модифицированных природных сорбентов для очистки водных сред от микробиологических загрязнений и вирусов.
2. На основе полученных результатов возможно создание экспрессных методов очистки водных сред от вирусов и бактерий и разработка эффективных переносных индивидуальных фильтров.



## Глава 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

### 1.1 Водоочистка.

#### 1.1.1 Пригодность воды для питья.

Виды показателей пригодности воды:

1. Показатель, влияющий на органолептические свойства воды;
2. Химические вещества, образующиеся при обработке воды;
3. Органолептический показатель;
4. Токсикологический показатель;
5. Микробиологический показатель.

Оценка питьевой воды разделяется:

- 1) Физическую;
- 2) Химическую;
- 3) Бактериологическую;
- 4) Биологическую;

*Оценка микробиологических параметров воды.*

Вода пригодная для употребления внутрь человеком должна соответствовать ряду требований, таким как, отсутствие в ней тяжелых металлов (висмут, ванадий, молибден и т.д.), микробиологических агентов, а также примесей. Высока вероятность заражения организма при употреблении воды в домашних условиях, так как повсеместно нас окружают миллиарды микроорганизмов. При осуществлении контроля над показателями воды тратится слишком много временных ресурсов, так как этот процесс довольно энергозатратный, сложный и долгий, это приводит к тому, что возможность отслеживания каждого микробиологического загрязнителя крайне мала. Существует огромный перечень методик проведения анализов для каждого показателя чистоты водной среды. Но на данный момент оценка воды по её основным признакам и косвенным микробиологическим показателям является самым рациональным методом её проверки на наличие в ней бактерий. Исследование на наличие патогенных организмов проводится с применением культуры кишечной палочки.

**Чистая вода** – вода, в которой содержание бактерий составляет 100 коли – титр (или 100 в 1 мл.).

*Критерии, предъявляемые к питьевой воде.*

Основным критерием чистоты питьевой воды является отсутствие в ней зоо- или фитопланктонов, яиц гельминтов. По требованиям ГОСТ, питьевая вода должна соответствовать строгим органолептическим, химическим и микробиологическим критериям. Во избежание данной проблемы, проводится оценка биологических показателей воды.

*Физическая оценка воды.*

Питьевая вода должна соответствовать ряду неотъемлемых признаков, а точнее, прозрачности, быть бесцветной, диапазон показателя pH от 6,5 до 7,5.

*Химическая оценка воды.*

Химические примеси, входящие в состав питьевой воды, являются общепринятой нормой. Существует огромное разнообразие минеральных примесей, которые содержатся в воде. При потреблении воды человек восполняет свой минеральный запас, а также и анионы, и катионы, находящиеся в ней.

Вода, имеющая низкое содержание солей, обладает отталкивающим запахом и неприятным вкусом для человека, обусловлено это присутствием в ней анионов и катионов, так как именно они влияют на её вкус. В ниже представленной таблице ниже указаны соли, которые входят в состав питьевой воды.

**Таблица 1.1** Предельная концентрация солей вызывающая вкусовые ощущения.

Соли	Концентрация в мг/л	
	Едва ощущается вкус, пока еще нельзя явно определить его	Ощущается плохой, отталкивающий и неприятный вкус
Горькая соль ( $MgSO_4$ )	200	500
Гипс ( $CaSO_4$ )	70	150
Хлористый марганец ( $MnCl_2$ )	2,0	4,0
Сода ( $Na_2CO_3$ )	200	500
Хлористый калий ( $KCl$ )	350	700
Поваренная соль ( $NaCl$ )	150	500
Сернокислый калий ( $K_2SO_4$ )	500	700
Хлористый кальций ( $CaCl_2$ )	300	400
Хлористый магний ( $MgCl_2$ )	100	400
Хлористое железо ( $FeCl_2$ )	0,3	0,5
Железный купорос ( $FeSO_4$ )	1,5	5,0
Глауберова соль ( $Na_2SO_4$ )	200	400

#### *Органолептическая оценка воды.*

На данный момент имеется огромный спектр методов по установлению пригодности чистой воды, но не каждый из этих методов гарантирует сто процентную эффективность. К примеру, практически невозможно обнаружить присутствие в воде примесей, при их низкой концентрации.

При потреблении воды, обладающей резким отталкивающим запахом, неприятным вкусом, а также мутностью, чувство отвращения проявляется у человека автоматически на подсознательном уровне, как инстинкт самосохранения. В данном случае отвращение будет являться защитным механизмом, предупреждающим человека об опасность.

Загрязненная вода, при употреблении её человеком, оставляет у него отвращающее впечатление, оказывающее негативное влияние на организм.

#### **1.1.2 Основные показатели качества питьевой воды.**

**Питьевая вода** — это соответствующая нормам и стандартам нормативных документов вода.

*Требования к качеству питьевой воды:*

- безопасное использование;
- токсическое действие не оказывается, отсутствие опасных для организма веществ в химическом составе;
- соответствие установленным органолептическим свойствам.

*Классификация степени токсичности воды:*

1 класс – чрезвычайно опасные;

2 класс – высоко опасные;

3 класс – опасные;

4 класс – умеренно опасные.

1 и 2 классы токсичности, при их обнаружении в воде, определяют её, как непригодной для питья, использование такой воды возможно при условии, что она будет очищена от загрязняющих примесей.

### **1.1.3 Требования, предъявляемые к качеству промышленных вод.**

Вода, прошедшая стадию очистки, широко используется во многих промышленных областях, таких как, химическая, фармацевтическая, пищевая, сельскохозяйственная промышленность и т.д. Практически в каждой отрасли вода занимает основное место среди ресурсов, используемых при производстве, она является составляющим компонентом продукта, является важной частью тех. коммуникаций на производстве и т.д. Существует ряд критериев, по которым можно судить о пригодности воды:

- 1) состав воды;
- 2) степень концентрации примесей;
- 3) физические свойства воды;
- 4) степень минерализации.

Возможна классификация воды по ряду параметров, зависящая от требований, предъявляемых к ней.

*Классификация вод по объектам их использования:*

1. Для хозяйственно-питьевых нужд. Это очищенная вода, пригодная для потребления она соответствует нормативам СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода».

2. Вода для теплоэнергетических нужд;
3. Вода для использования в промышленности;
4. Вода для лечебных целей;
5. Вода для бытовых нужд;
6. Вода для сельскохозяйственных нужд.

Требования, предъявляемые к водным ресурсам, которые используются в той или иной сфере зависят от типа промышленности. К воде, употребляемой человеком, применяются особые нормы

#### **1.1.4 Современные требования к качеству воды для фармацевтических целей.**

Основная документация на любом фармацевтическом производстве обязана соответствовать международным стандартам Good Manufacturing Practice (GMP). Надлежащее качество изготавливаемой продукции должно обеспечиваться на каждом промежутке производства, начиная от выгрузки сырья, заканчивая упаковкой готовой продукции. По современным стандартам особые требования предоставляются не только к технологическому процессу, но и к помещениям, воздуху, вспомогательным материалам сырью, оборудованию, персоналу. Выше перечисленные пункты также относятся и к водоподготовке, её хранению на производстве и распределению.

Опытным путем было установлено, что фармацевтическая продукция, не соответствующая требованиям потребителей и дистрибьютеров, имеет данные проблемы из-за плохого качества используемой воды. Зарубежные и отечественные технологи, а также ученые утверждают, что качество воды является залогом успешного фармацевтического продукта. После проведенного анализа было установлено, что получение воды для субстанций и водоподготовка являются наиболее тонкими стадиями в производстве.

Беря за основу вышесказанное, можно сделать вывод, что при проведении тех или иных работ, связанных с использованием воды, нужно определить, какой тип воды используется и для каких нужд она необходима. При производстве

определенной продукции, необходимо ознакомиться со стандартами, которые должны к ней применяться.

ФС 42-213-96 «Вода для инъекций в ампулах» и ФС 42-2998-99 «Вода для инъекций во флаконах» относятся к основным фармакопейным статьям на воду, которая классифицируется как готовый продукт.

ФС 42-2619-97 «Вода очищенная» и ФС 42-2620-97 «Вода для инъекций» основные документы РФ, регламентирующие стандарты, предъявляемые к воде на фармацевтическом предприятии.

## **1.2 Современные методы очистки воды.**

### **1.2.1 Источники загрязнений сточных вод.**

Одним из основных загрязнителей окружающей среды являются выбросы и сточные воды нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности. Транспортировка нефти достаточно опасный для экологии процесс, по результатам аналитиков, одним из частых видов загрязнений является утечка нефтепродуктов при их перемещении.

Сточные воды, не прошедшие стадию очистки, оказывают вредоносное влияние на природу, при их контакте с окружающей средой происходит активизация изменений ряда свойств, таких как химических, физических и биологических. Не исключена трансформация менее вредного загрязнителя в токсичные вещества, содержание которых в нормальных условиях должно отсутствовать.

*Существует ряд положений, которых стоит придерживаться при выборе метода водоочистки стоков:*

- утилизацией ценных примесей;
- утилизацией ценных примесей;
- снижения примесей.

Подбор оптимальной и эффективной методики очистки сточных вод производится с учетом технико-экономических показателей. Учитываются некоторые факторы при подборе того или иного способа.

*Различают основные методы очистки сточных вод:*

- биологическая;
- физико-химическая;
- химическая;
- механическая.

### **1.2.2 Механические методы очистки вод.**

Основная цель любой очистки – это извлечение вредоносных примесей из целевого сырья. Одним из видов такой очистки является механическая очистка. Этот процесс имеет ряд стадий, через которые проходит материал перед использованием в дальнейших нуждах, в него входят, процеживание, отстаивание, и фильтрация. В других ситуациях данный метод будет применяться в качестве первой стадии очистки сточных вод. Существует большой спектр оборудования, применяемого в механической очистке, к ним относятся центрифуги, сепараторы, гидроциклоны, фильтры, отстойники, в свою очередь представленные в многочисленных исполнениях для эксплуатации в тех или иных условиях и выполнения определенных задач. Основным этапом очистки является фильтрация, этот процесс подразумевает задержание и последующие удаление мелких включений.

В ходе очистки пропускаем воду через сита и решетки, от величины гидравлических свойств выделяемых частиц зависит процеживание воды. Процеживание необходимо для извлечения из водных сред плавающих веществ, к таким веществам относятся волокнистые загрязнители. Для удаления микроскопических твердых включений применяют микропроцеживание.

Минеральные загрязнители, такие как песок, осаждаются в песколовках. Эффективность работы оборудования просматривается по количеству осажденного в нем песка.

Коллоидные загрязнители органического происхождения выделяются из водных сред методом отстаивания. В этом процессе применяются отстойники особой конструкции. Они могут быть представлены в различных исполнениях: вертикальные, горизонтальные и радиальные, выбор той или иной вариации зависит от характера потока жидкости в оборудование, а также конструкции.

Данный метод применяется для очистки малых объемов жидкости. Осажденные частицы, улавливаемые в горизонтальных, вертикальных и радиальных отстойниках, в дальнейшем подвергаются разложению.

Фильтрация применяется для задержки примесей из сточных вод, в данном методе используются сетчатые и песчаные фильтры.

При осветлении промышленных сточных вод и сгущении осадка применяются центрифуги и гидроциклоны. Принцип действия такого оборудования основан на осаждение частиц на стенках оборудования под действием центробежной силы, в дальнейшем осадок сползает в отстойник.

### **1.2.3 Биологическая очистка сточных вод.**

Менее энерго-затратный и более простой метод, это биологическая очистка сточных вод. В его основе лежит природная способность естественных экосистем, утилизировать с помощью микроорганизмов разнообразные органические и неорганические примеси.

В процессе биологической очистки мелкие взвешенные вещества удаляются из жидкости. При биологической очистки получается не загнивающая жидкость.

Биологическая очистка проводится в естественных или приближенных к ним условиях. Естественная биологическая очистка проводится на полях орошения. В биологических фильтрах производится искусственная очистка. В ходе очистки получают осветленную жидкость, которую в последствии после обеззараживания выпускают в водоемы.

В ходе очистки воды биологическим методом образуется значительное количество осадка, направляемого в ёмкость для сбраживания. Затем обезвоженный методом термической сушки или вакуум-фильтрации осадок используется в качестве сельских удобрений.

В данной работе, использовался механический метод очистки воды. Применялись фильтрующие модули, изготовленные из стекла, в качестве фильтрующего агента использовали природный глауконит с разными размерами частиц, а также его модификации.



#### **1.2.4 Микробиологические загрязнители воды.**

Биологическое загрязнение — это загрязнение вод микроорганизмами - бактериями, вирусами, простейшими, грибами, мелкими водорослями и др.

Выделение и последующее распространение вредных биогенных веществ является основным фактором образования биотических загрязнений.

В зависимости от задач, критериев и подходов происходит классификация водных загрязнителей. Выделяют биологические, физические и химические загрязнения вод.

Химическими загрязнителями воды являются те компоненты, которые изменяют её химические свойства. Данные патогенны, попавшие в водную среду, влекут за собой повышение содержания примесей, оказывающих пагубное действие на организм человека. Неорганические примеси такие как кислоты, минеральные соли, глинистые частицы, щелочи, и примеси органической природы: органические остатки, нефть и нефтепродукты, пестициды.

К биологическим патогенам можно отнести бактериологические культуры, вирусы и другие болезнетворные организмы, а также дрожжевые и плесневые грибы, водоросли.

Увеличение содержания вредоносных микроорганизмов может быть вызвано недостаточной очисткой и обезвреживанием бытовых сточных вод, что может вызвать эпидемические вспышки заболеваний человека и животных.

В связи с глобальной проблемой XXI века связанной с нехваткой и загрязненностью водных ресурсов, данный вопрос встаёт особенно остро. Вирусы и бактерии являются основными микробиологическими загрязнителями в естественной среде, которые могут попадать и в воду питьевого и хозяйственного назначения. Для нейтрализации биологических патогенов имеется широкий перечень методов, включающий в себя такие способы как, стерилизация в ультрафиолетовом свете, термическая обработка воды, фильтрация, основанная на сорбционном механизме или пропусканием потока через мембрану, также часто используют химическую обработку. На данный момент нет идеального метода очистки, каждый из них эффективен по отношению к определенным

загрязнителям, недостатки есть у каждого из них, но комбинированное применение методик повышает эффективность качественной очистки.

### **1.3 Характеристика и применение адсорбентов.**

Для очистки водных сред чаще всего используются синтетические или природные адсорбенты. Синтетические сорбенты получают в промышленном производстве при их активации. Природные адсорбенты представляют собой глинистые минералы, оксиды, природные цеолиты или биополимеры. Классификация синтетических сорбентов классифицируется на 3 класса: оксидные адсорбенты, углеродосодержащие и полимерные. В области очистки водных сред обширное применение получил активированный уголь, который получают из углеродистого материала, который предварительно был активизирован химическим или газовым методом. Полимерные адсорбенты, которые получают при сополимеризации неполярных и полярных мономеров, в настоящее время имеют показатели схожие с активированным углем, но их использование не целесообразно, так как регенерация таких адсорбентов финансово нерентабельна. В отношении глауконита и оксидов можно сказать, что они проявляют высокие показатели по гидрофильности, обладают достаточными поверхностными свойствами, что делает их эффективными для удаления ионных соединений и полярных частиц. Использование побочных продуктов и отходов производства приобретает большую популярности, как сырье для изготовления адсорбентов, такой подход уменьшает затраты как на изготовление, так и на утилизацию данных материалов.

Самые высокие показатели адсорбции продемонстрировали синтетические адсорбенты. Рассматриваемые адсорбенты изготавливаются под тщательным контролем и обладают постоянными свойствами. Использование широкого спектра адсорбентов, как метод адсорбции, чаще всего рассматриваются в научных статьях, исследованиях, а также в рекомендациях заводов производителей. Но применение синтетические адсорбентов является дорогим методом очистки водных сред, нежели использование адсорбентов с более сильными свойствами, таких как природные и полимерные адсорбенты. В

виду своей специфичности и не изученности большинство дешевых адсорбентов не могут пока использоваться, до того момента, пока не будет дана окончательная оценка их применения.

Использование адсорбентов для очистки питьевой воды возможно в тех случаях, когда они соответствуют стандартам качества и могут быть сертифицированы. Таким образом, количество адсорбентов весьма ограничено, их основу составляют оксидные адсорбенты и активированные угли. Адсорбенты, в частности синтетические, не вошедшие в вышеперечисленные группы, применяются в очистке сточных вод.

Процесс, который связан с поверхностью частиц адсорбента, называется процессом адсорбции, в нем учитывают, что удельная площадь поверхности сорбента, а также удельный объем пор являются ключевыми параметрами, влияющими на степень адсорбции. В целом, синтетические сорбенты обладают большей площадью поверхности, так как являются высокопористыми, чем природные сорбенты, такие как глауконит и цеолит. Наибольшими площадями поверхности обладают полимерные адсорбенты и активированные угли. Высокая пористость материала является основным условием для высокой удельной поверхности, обеспечивающая большую внутреннюю поверхность, которая была образована стенками пор. Синтетические адсорбенты обладают достаточно большой внутренней поверхностью по отношению к поверхностям внешних частиц, при этом высокий показатель внутренней поверхности зависит от размеров пор.

### **1.3.1 Активированный уголь.**

С давних пор человечеству были известны сорбционные свойства углеродных материалов таких как, древесный уголь, костяной уголь, но масштабное практическое применение началось с двадцатого века. Улучшение свойств данных адсорбентов достигается благодаря процессам активации поверхности сорбентов. Из углеродсодержащих веществ могут быть получены активированные атомы углерода. Большое количество углеродсодержащих веществ представлено в природе, такими являются древесина, торф, кокс,

каменный уголь, бензин, тем более используются вторичные отходы, такие как опилки, пластиковые остаточные продукты или скорлупа кокосовых орехов.

Активированный уголь используют в виде двух различных форм, порошкообразный активированный уголь (ПАУ) с фракцией  $<50$  мкм и гранулированный активированный уголь (ГАУ) с фракцией от 0,6 до 5 мм. Различие используемых методов приводит к различию размеров частиц.

Активированный и древесный уголь широко используется в качестве сорбентов для очистки воды от микробиологических загрязнителей. Микроорганизмы хорошо сорбируются из водных сред активированным углем, однако центры адсорбции углерода могут быстро занимать микроорганизмами. Углеродные частицы имеют склонность к притягиванию бактерий и других колониеобразующих микроорганизмов, таким образом снижая микробиологические показатели воды. В большинстве систем применяется модификация углерода, которая заключается в пропитке или смешивании его с серебром, в данном случае выполняющего роль бактериостатического средства. В ходе этого происходит контроль микробиологического состояния в очищенной воде, а также её микробиологического состояния. Угольные фильтры требуется периодически заменять, так как фильтры на основе активированного угля могут приводить к значительному выбросу накопленных адсорбированных загрязнений в очищенную жидкость.

### **1.3.2 Природный гравий.**

Осадочная горная порода, рыхлая, псефитовая, образуется крупными обломками, сложенная окатанными обломками пород, в редких случаях в породе содержатся мелкие частицы минералов, достигающих от 1 до 10 мм. На образование данной горной породы неотъемлемое влияние оказывает природа, в ходе выветривания твердых пород образуются горные обломки, которые и являются исходным гравием. В большинстве случаев общепринятым размером гравия берется 5-70 мм, данный параметр принято использовать в горной промышленности. В геологии гравий подразделяется на определенный классы

по размерам частиц, мелкий (1-2,5 мм), средний (2,5-5 мм) и крупный (5-10 мм), и разделение по крупности зерен 5-10, 10-20, 20-40, 40-70 мм.

Залегают гравий в базальных горизонтах аллювия речных террас и пойм, в водно-ледниковых отложениях - камах, озах и в береговых валах морских побережий.

**Таблица 1.2** Минеральный состав гравия.

Состав	Si	Fe	Ca	Al	Na	Mn	Mg	K
Содержание в сорбенте, %	71.7	20.1	6.8	0.9	0.26	0.2	0.02	0.02

Гравий использовался людьми с давних времен в качестве натуральных фильтров для очистки воды. Этот способ стал популярным из-за простоты организации подобных фильтров и доступности сырья. Данный метод является эффективным из-за особой структуры материала, которая позволяет удерживать и связывать ненужные примеси, содержащиеся в воде.

Гравийные фильтры очищают воду для самых различных целей. Их можно найти в системах водоподготовки бассейнов и промышленных объектов, скважин и колодцев в сельской и городской местности, ведь они также подходят для очистки питьевой воды. Эффективность применения гравия для водоочистки обуславливают пористость материала и его свойств задерживать присутствующие в воде взвешенные примеси.

### 1.3.3 Свойства и применение глауконита.

*Глауконит* — глинистый минерал группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов переменного состава с высоким содержанием металлических и неметаллических веществ, таких как железо двух- и трехвалентное, калий и кальций, фосфор и магний, помимо этого в глауконите содержится более двадцати микроэлементов.

**Таблица 1.3** Минеральный состав глауконита.

Состав	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O
Содержание в сорбенте, %	52.9	16.7	11.8	8.52	4.31	0.82	0.03	0.04-0.26	0.14

Все элементы, входящие в состав природного глауконита, легко восстанавливаются в виде сменных катионов, которые заменяются избыточными элементами в окружающей среде. За счет этих параметров, учитывая слоистую структуру минерала, вытекают высокие показатели сорбции по отношению ко многим загрязнителям, таким как, тяжелые металлы и нефтепродукты. Также характерным показателем глауконита является низкая скорость десорбции и продолжительное действие, пластичность, высокая теплоемкость и пр.

Образование глауконита происходит на морском дне, на границе между окислительной и восстановительной зоной виде глеевого осадка при участии мелких организмов.

Глауконит представляет собой маленькие округленные зеленоватые зерна. Распространен практически во всех геологических системах, — в мергелях, песчаниках, известняках, песках и глинах, окрашивая их в зеленоватые цвета.

При определении области применения глауконита учитывают наличие пор в сорбенте, его кристаллическую структуру, так же глауконит должен быть термически стабилен и обладать термической устойчивостью. Поэтому в производстве чаще всего применяют природный глауконит в качестве адсорбентов, молекулярных сит, катализаторов.

### *Применение глауконита*

Благодаря своим свойствам глауконит занял определенное место в широком списке минералов. Одним из таковых является его особенная структура кристаллической решетки, которая делает его достаточно склонным к катионному обмену. За счет этой способности глауконит начал широко применяться в водоподготовке, он достаточно эффективно размягчает воду. Кроме размягчения воды глауконит достаточно эффективен и в водоочистке, он

хорошо сорбирует как органические соединения, так и неорганику, также хорошо улавливает соли тяжелых металлов, таких как, свинец, и радионуклиды.

Пагубное влияние, оказываемое человеком на природу за счет работы тяжелой и средней промышленности, рефлексруется с помощью эксплуатации глауконита. Его применение в реабилитации зараженных радионуклидами участков достаточно эффективно улучшает экологический фон района с высокой антропогенной нагрузкой.

Уникальность глауконита состоит также в том, что он является естественным удобрением без прохождения многостадийной переработки, также он пригоден в использовании в качестве калийного удобрения. Данные свойства минерала основаны на его минеральном коктейле, в состав его кристаллической структуры входят пятиокись фосфора с содержанием не более 3% и около 7% двуокиси калия. При проведении ряда экспериментов в рабочих условиях, агрономами было установлено, что при добавлении в грунт глауконитовой муки замечен рост урожайности картофеля и определенных зерновых культур, зафиксированное увеличение почти на 20%, что является высоким показателем данного нововведения.

Глауконит обладает высокой способностью к поглощению, что делает его пригодным при защите окружающей среды от воздействия на неё веществ, способных накапливаться и увеличиваться в экосистеме, подвергая её к деградации. Применение глауконита в качестве сорбента по отношению к экотоксикантам рассматривается геоэкологами, как один из выходов в данной ситуации, так как в настоящее время замечен рост распределения загрязнений по всем слоям экосферы, что ведет к отклонению от нормального хода биохимических процессов, влекущего за собой необратимые последствия. Проблема антропогенного влияния на природу до сих пор остается главной проблемой увядания природы, за счет применения новых сорбентов, в том числе и на основе глауконита, возможно сведение пагубного влияния к нулю.

Глауконит применяется человеком издревле в качестве красящего пигмента, обладая насыщенным зеленым цветом, он использовался в изготовлении краски. Цвет минерал достаточно стоек, поэтому его также берут

за основу при производстве строительных материалов, таких как сухих фасадных красок.

Было установлено, что использование природного глауконита в роли минеральной добавки в животноводстве и птицеводстве является довольно таки эффективным методом. Также глауконит нашел применение при выращивании биомассы хлореллы, органических продуктов на загрязненных, к примеру радионуклидами, почвах и для других целей.



**Рисунок 1.1** Результаты анализов использования глауконита.

### *Применение глауконита в медицине*

В настоящее время существует множество известных и перспективных направлений по применению глауконита в медицине. Имеются указания на возможность использования глауконита для наружного и внутреннего (энтеросорбенты) применения. В течении долго времени проводились исследования, направленные на оценку безопасности этого минерала. Так, например, исследовались разные водные вытяжки из глауконита (Белоозерское месторождение, Саратовская обл.), применяемого для очистки питьевой воды. Количественное определение более 35 элементов и ряда органических соединений в вытяжках, их гигиеническая оценка показали, что содержание исследованных компонентов в сотни и тысячи раз меньше величин,



соответствующих ПДК. Глауконит исследовался учеными в качестве экстренного сорбента при лечении зараженных участков ожогов, а также ран, для исследования микробиологических свойств применялся глауконит Пальмикенского месторождения.

Есть данные по эффективности глауконита по отношению к микробиологическим загрязнителям фекального происхождения, к примеру, колифагов, сульфит-восстанавливающим клостридиям, патогенным стафилакоккам и т.д. Многие бактериальные культуры были подвергнуты исследованиям, что позволило четко определить возможности исследуемого минерала. Основу своеобразной фокус-группы составляли *Escherichia coli*., так как их содержания в водной среде достаточно высоко, а также *Candida albicans* и *Staphylococcus aureus*. По мнению ученых антибактериальные свойства глауконита связаны с повышенной концентрацией электрического заряда. За счет содержания в минерале таких металлов как бор и медь, антибактериальные свойства становятся гораздо выше, а также присутствию в нем малой концентрации янтарной кислоты.

В Министерстве здравоохранения и социального развития РФ глауконит входит в состав биологической активной добавки. Глауконит Каринского месторождения, а точнее его обогащённый концентрат, зарегистрирован в реестре Роспотребнадзора. Данный БАД имеет широкое применение как в медицине, так и в косметологии. Препарат имеет положительные отзывы, его энтеросорбентные свойства были достойно оценены. Также были отмечены его ферментативные свойства, при применении глауконита заметно увеличение площади биохимических реакций ЖКТ. БАДы на основе глауконита обладают положительными иммуномодулирующими, антианемическими и антигипоксическими эффектами. На основе глауконита существует косметологическое средство, паста «Витаионит» (ТУ 915-002-03029859-2010), является эффективным средством для поддержания кожи лица, удаления жирной себореи и угревой сыпи, имеет место применения для устранения нежелательных следов от отморожений и ожогов. Данный продукт, рекомендуется к применению людям, обладающим проблемами с уходом ног, поскольку

«Витаионит» снимает отеки, снижает выделение пота, что в последствии ведет к избавлению от неприятного запаха, также является хорошей профилактикой при грибковых заболеваниях.

Известна серия работ, в которых исследовано влияние глауконита в качестве кормовой добавки в рацион животных (бычков, молодняка свиней, мясных гусят, бройлеров). Описано влияние глауконита на улучшение перевариваемости и более полное использование питательных веществ рациона жвачными животными. Авторы отмечают, анаболический характер течения обменных процессов. Показано, что глауконит, непосредственно принимает участие во многих каталитических процессах человека, по мимо этого он является катализатором при образовании кремниевой кислоты, при принятии минерала внутрь организма, в пищеварительной системе образуется кремниевая кислота, которая в свою очередь является буфером, оказывающим положительное действие по отношению к органическим кислотам.

По физико-химическим показателям, в соответствии с МУК МЗ СССР паста на основе глауконита соответствует требованиям, предъявляемым к лечебным сопочным грязям.

Глауконит Белоозерского месторождения обладает такими свойствами, которые можно использовать при получении высокоэффективных композитов, а также модификаций, он нетоксичен, у него высокие сорбционные показатели. Перед учеными открывается возможность использовать глауконит Белоозерского происхождения, исходя из результатов, полученных глауконитом других месторождений, можно утверждать о перспективе применения минерала этой площадки в медицине в качестве косметологического препарата, противомикробного средства или иммуно- или энтеросорбента. Так нами показано, что на основе глауконита Белоозерского месторождения, не проявляющего бактерицидных свойств, могут быть получены бактерицидные композиты при иммобилизации, например, антибиотиков.

Было изучено влияние тетрациклина, иммобилизованного на глауконите, на динамику развития популяций стандартных штаммов *S. Aureus* 209 P.

Концентрация тетрациклина в мясо-пептонном бульоне составляла соответственно 8, 4, 2 мкг/мл. В указанном интервале концентраций композит оказывал выраженное задерживающее влияние на динамику развития популяций штамма *S. Aureus* 209 P.

Глауконит с иммобилизованными бактерицидными компонентами может найти применение как энтеросорбент, а также в качестве средства при проведении антибактериальной терапии.

#### **1.3.4 Свойства и применение цеолита.**

Цеолит — вулканическая или осадочная порода, в которую входят обширная группа минералов, обладающих схожими свойствами и составом, в частности к ним относятся каркасные алюмосиликаты щелочных или щелочноземельных металлов, такие как водные алюмосиликаты натрия и кальция. На данный момент существуют методы получения синтетических цеолитов.

Цеолиты обладают уникальной структурой кристаллической решетки, пронизанной каналами и полостями, она включает в себя трехмерные каркасы, образованные по средствам объединения вершин тетраэдрических групп оксида алюминия и оксида кремния. В каналах и полостях содержатся катионы металлов (Fe, Al и т.д.) и молекулы H<sub>2</sub>O. Цеолиты обладают возможностью к легкой отдаче кристаллизованной воды, так как молекулы воды слабо связаны с кристаллической структурой из-за её неравномерной поверхности, также вместе с этим возможен обратимый катионный обмен. Кристаллическая решетка при катионном обмене не разрушается.

Возможна систематизация цеолита по его кристаллической структуре по макроскопическим показателям. Они подразделяются на 3 группы: Изотермические (гармотом, шабазит и т.д.); Пластинчатые (брюстерит, геландит и т.д.); Волокнистые (сколепит, натролит и т.д.).

При достижении определенных параметров окружающей среды цеолиты способны поглощать и отдавать воду, также они имеют способность к ионному обмену, за счет своих свойств цеолиты сорбируют и выделяют определенные

катионы веществ:  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Pb}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{C}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  и т.д. Помимо всего этого цеолиты хорошо поглощают вредные газы: угарный газ, аммиак, инертные газы, Фреон, Формальдегид и другие.

Минеральный состав цеолита включает в себя ряд веществ, таких как железо двух- и трехвалентное, щелочные и щелочноземельные металлы (калий, кальций и др.), также в состав входит фосфор, марганец, помимо этого в минерале содержится более тридцати микроэлементов.

**Таблица 1.4** Минеральный состав цеолита.

Состав	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{Na}_2\text{O}$
Содержание в сорбенте, %	71.4	13.4	5,2	3.3	2.7	2.15	0.8	0.65	0.4

Природные и искусственные цеолиты проявляют ионообменные свойства, проявляющиеся в ходе восстановления сменных катионов и дальнейшим их замещением частицами, находящимися в избытке в окружающей среде.

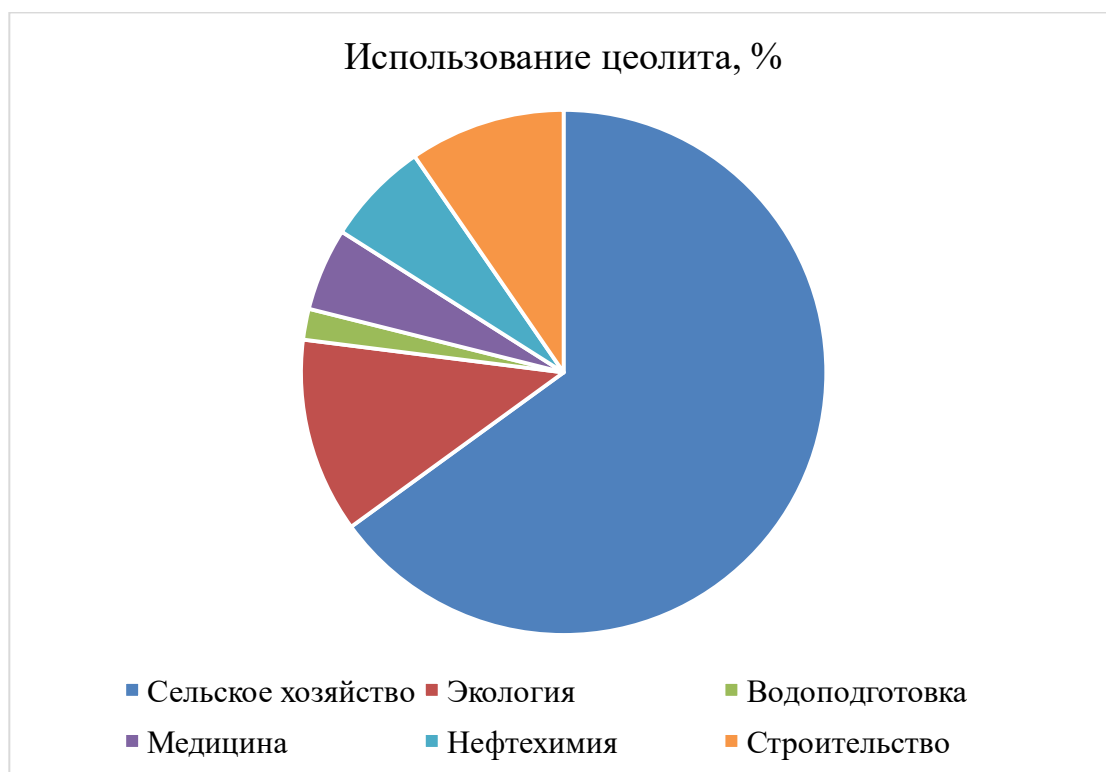
Образуются природные цеолиты в основном в низкотемпературных условиях (до  $300^\circ\text{C}$ ) и низких давлений (до нескольких тыс. атмосфер) в последней стадии гидротермального процесса и отнесены к вулканогенным толщам базальтового, андезитового, риолитового состава, в которых заполняют пустоты и трещины. Встречаются в большинстве случаев в конгломерации с халцедоном, кварцем и другими минералами. Цеолиты можно обнаружить в отложениях горячих источников, в месторождениях руд гидротермального происхождения, основная же часть минерала содержится магматических породах.

#### *Применение цеолита.*

Благодаря своим уникальным свойствам и низкой себестоимости цеолиты, как природные, так и синтетические, с каждым годом становятся все больше востребованы в промышленной и повседневной сферах. Достаточно

обширно его применение в химической промышленности, используется в водоподготовке в качестве адсорбента, является контактной площадью при нанесении катализаторов на поверхность, за счет своей структуры применяется в роли молекулярных сит для разделения продуктов нефтепромысла, ими наполняют вакуумные насосы, а также определенный вид цеолитов (пермутиты) используют при смягчении воды.

Многогранные пути эксплуатации цеолитов незыблемо увеличиваются. Минерал очень востребован в сельском хозяйстве, его минеральный состав идеально подходит для растений, также за счет своей структуры он используется в качестве дренажа. В животноводстве цеолиту отводится роль кормовой добавки для лучшего усвоения пищи животным. Его способность поглощать и вбирать газы и жидкости делает цеолит пригодным материалом для осушения и задержания жидкостей и газов, также с помощью определенных катализаторов, возможно, получать из воздуха азот и кислород.



**Рисунок 1.2** Результаты анализов использования цеолита.

*Применение цеолита в медицине.*

С того момента как технологии, основанные на механизме сорбции, стали применяться в медицинской сфере, начали вестись работы о возможно применение в данной сфере цеолитов в качестве сорбентов широкого спектра. Начиная с конца 20-го века, учеными был сделан значительный прорыв в этом вопросе.

В середине 20-го века цеолит активно применялся в качестве кормовой добавки в животноводстве, тогда и появились первые исследования по изучению механизма биологического действия минерала.

В результате исследований было определено, что при приеме внутрь организма человека цеолит не оказывает токсического действия, также он не препятствовал нормальному функционированию внутренних органов и не вызывал их патологического изменения. После продолжительного применения минерала крысами было выявлено, что он не оказывает канцерогенного действия.

При проведении медико-биологических исследований, цеолитов различных пород, взятых из обширного ряда месторождений, было определено, что результаты, показанные минералами практически схожи друг с другом и свидетельствовали, что допустимые дозы клиноптилолит-смектитовые породы не оказывают вредного действия на животных. В ходе исследований также было установлено, что цеолиты участвуют в метаболических процессах, при этом оказывают положительное действие на сам процесс, способствуют удалению продуктов метаболизма из организма, нейтрализуют и выводят токсикологические вещества. Цеолиты оказывают благоприятное воздействие на симбиотическую микрофлору, вдобавок к этому позволяют поддерживать и регулировать минеральный баланс организма.

Природный цеолит нашел применение в лечении поверхностных ран. При ожогах или открытых ранах на пострадавшую поверхность помещали специальный контейнер, загруженный предварительно дроблеными гранулами цеолита, которые были обработаны раствором натрия гидрохлорида. В ходе данных практик было замечено эффективность методики применения, использование цеолита позволило уменьшить срок восстановления на несколько

дней, также учеными было отмечено, что на протяжении всего лечения минерал участвовал во всех этапах процесса заживления.

Цеолиты используются в качестве биологических активных добавках. За счет их гепатопротекторных свойств они начали применяться, как монотерапевтические средства при лечении гепатитов начальных этапов легкой тяжести и при терапии гепатитов средней и тяжелой степени в комплексе с другими лекарственными средствами. Хороший эффект наблюдался при хроническом гастрите, холецистите, хронических панкреатитах, язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, колитах и дисбактериозах.

## **Глава 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Технические характеристики оборудования.**

#### **Бокс Streamline SC2**

Бокс биологической безопасности второго класса с горизонтальным потоком Streamline SC2 с микропроцессорным контролем рабочего состояния на базе системы Sentinel Delta™, оснащен электрическими розетками, универсальными кранами (воздух, газы, вакуум) и бактерицидной ультрафиолетовой лампой.

#### **Автоклав (паровой стерилизатор) лабораторный вертикальный DAIHAN WiseClave WAC.**

Автоклав DAIHAN WiseClave WAC с системой управления Fuzzy Logic, электронной системой запираания двери, 2 проволочные корзины, до 132°C, макс. 2 кг/см<sup>2</sup>, 47, 60, 80 и 100 литров, "CE-MDD сертификация"

#### **Термостат электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ**

Термостат предназначен, для создания стабильных условий в рабочей зоне проведения испытаний, поддерживает определенно заданную температуру в камере. Термостат обеспечивает визуальную индикацию и непрерывное измерение температуры.

#### **Сорбтометр-М.**

Анализатор Сорбтометр-М дает возможность измерения удельной поверхности при различных парциальных давлениях газа-адсорбата по методу БЭТ в соответствии с ГОСТ 23401–90 и методу STSA. Дополнительно определять объем микропор и суммарный объем мезо- и макропор испытуемых образцов.

#### **Сушильный шкаф LOIP LF-25/350-GG1.**



Модель без вентилятора, включая камеру из стали с базовым регулятором. Универсальная, высокоточная электропечь для нагрева, тепловой обработки различных материалов, высушивания в воздушной среде при температурах до +350°C.

### **Перистальтический насос 313D.**

Перистальтический насос с откидной головкой 313D для быстрой установки трубки, цифровое управление скоростью от 1 об/мин до 400 об/мин с шагом 1 об/мин. Мгновенный реверс

Лабораторные аналитические весы общего назначения ВЛ-210 «Госметр» (Россия) с погрешностью взвешивания  $\pm 0.0002$  г. В работе использовалась мерная лабораторная стеклянная посуда: колбы наливные вместимостью 25.0, 50.0, 100.0 и 1000.0 см<sup>3</sup>; цилиндры вместимостью 5.0 и 10.0 см<sup>3</sup>. Вся посуда очищалась и ополаскивалась дистиллированной водой.

### **2.2 Объекты исследования.**

В качестве индивидуальных веществ, для исследования использовались:

1) Сорбент - измельченный глауконит (ГОСТ 5649-50) и его модификации, получаемые в ходе термической обработки.

2) В качестве тестовой культуры используется *Escherichia coli* штамм ATCC-25922. Вид грамотрицательных бактерий, палочковидной формы относящихся к семейству *Enterobacteriaceae*. Имеют большое эпидемиологическое и санитарное значение. Являются основным показателем фекального загрязнения в соответствии основным санитарно-показательным требованиям [13].

3) В качестве тестовой вирусной культуры используется *Bacteriophagum coli.*, которые способны инфицировать *E. coli* и родственные ей бактерии. Поэтому наличие колифагов свидетельствует о присутствии бактерий-хозяев, а значит, о факте фекального загрязнения воды. Колифаги важны как индикаторы загрязнения стоками. Учитывая более высокую устойчивость колифагов к неблагоприятным факторам внешней среды, их используют как дополнительный индикатор эффективности водоподготовки, очистки сточных и охраны

грунтовых вод. Кроме того, колифаги предложены как индикаторный показатель возможного наличия патогенных энтеровирусов [14].

## 2.3 Материалы и сырье.

В ходе работы были использованы следующие материалы, приведенные в таблице 3.

**Таблица 2.1** Характеристика используемых веществ.

Название веществ	Квалификация	Внешний вид	Брутто формула	М, г/моль	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	T пл., °C	T кип., °C
Этиловый спирт	Х.ч.	Бесцветная жидкость	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	7	0,789	18	79
Соляная кислота	Ч.	Бесцветная жидкость	HCl	6,6	1,7	115	84
Перекись водорода	Х.ч.	Бесцветная жидкость	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4,02	1,4	0,44	149,0

## 2.4 Методы исследования.

### 2.4.1 Приготовление питательных сред.

В соответствии с МУК 4.2.1018-01 были изготовлены используемые нами в данной работе питательные среды, необходимые для культивирования микробиологических загрязнителей, таких как вирусы и бактерии, в которых содержатся элементы необходимые для выращивания изучаемых в ходе работы культур.

Для бактериальной культуры *Escherichia coli*, в состав обязаны входить такие элементы как: водород, фосфор, сера, углерод, азот, кислород. Общее содержание данных элементов составляет примерно 95% от веса сухих клеток. На оставшиеся 5% приходятся такие элементы как: железо, хлор, магний, кальций, натрий, калий.

Для выделения и дифференциации *E. Coli* в бактериологической практике используются ряд питательных сред, к ним относятся среды: Левина, Асель-Либермана, Эндо, Плоскирева и т.д.

Питательная среда Эндо является наиболее близкой по техническим аспектам и достигаемым результатам для выделения бактерий *E. Coli*, которые содержат спиртовой раствор основного фуксина, выпускаемого в сухом виде питательный агар, чистую лактозу, водный раствор сульфита натрия и дифференциальной диагностики.

Натуральными продуктами растительного и животного происхождения являются основными компонентами питательной среды. При изготовлении питательной среды в большинстве случаев используют ингредиенты белкового происхождения: молоко, кровь, яйца, мяса и др. Основой питательной среды являются экстракты, изготовленные из вышеописанных компонентов. Дополнительными компонентами, которые входят в изготавливаемую нами среду, являются аминокислоты, витамины, углеводы (сахар) и неорганические соли. Данные компоненты добавляются в состав среды с учетом требований микробиологической клетки.

Изготавливаемую питательную среду необходимо сделать достаточно плотной, такой показатель достигается при применении агар-агара, получаемого из водорослей и других водных растений, обогащенных солью.

Одним из основных достоинств данного компонента считается что он не потребляется микробами как ростовой субстрат, а также является комфортным компонентом, обеспечивающий благоприятные условия для роста микроорганизмов. При растворении агара в воде при 100°C, он доходит до состояния геля, при температуре 40°C переходит в более густое агрегатное состояние.

Создание питательных сред считается энергозатратным, длительным и динамическим процессом. Процесс проходит в несколько этапов. Руководствуясь вышеуказанным стандартом, сначала примешиваются сухие компоненты с дистиллированной водой, при тщательном перемешивании, растворяя на водяной бане при равномерном нагревании. pH среды определяется с помощью

специализированных индикаторов. Следуют обратить внимание, что при стерилизации возможен спад pH среды до 0,2. После этого горячий готовый раствор, полностью растворенный, следует отфильтровать через ватно-марлевый фильтр без комочков, через фильтровальную бумагу можно отфильтровать жидкие среды. Затем в колбы по 3-5 мл или по 10 мл равномерно заливается отфильтрованный раствор питательной среды примерно на 2/3 части колбы, учитывая, что при стерилизации пробки возможно их намокание и тогда среда утратит стерильность, затыкают пробками, изготовленными из марли, обертывают горлышко емкости пергаментной бумагой и фиксируют. Все сосуды должны быть обязательно подписаны, на них должны быть отмечены название среды, а также дата их приготовления.

В исследовании для культивирования микроорганизмов использовались две среды общего назначения: мясо-пептонный агар (МПА), мясо-пептонный бульон (МПБ).

*Мясо-пептонный бульон (МПБ).*

Навеску сухого мясопептонного бульона (Пептон сухой ферментативный на основе мяса, ГОСТ 13805-76), массой 20 г растворяли в 1 л дистиллированной воды, кипяченной в течение двух минут, после чего отфильтрованную через ватно-марлевый фильтр суспензию разливали по колбам. Колбы закупоривались пробками, изготовленными из ваты, и бумагой из пергамента. Автоклавирование среды проводилось при 121 °C (1 атм) в течение 20 минут.

*Мясо-пептонный агар (МПА).*

Навеску сухого мясопептонного бульона (Пептон сухой ферментативный на основе мяса, ГОСТ 13805-76), массой 20 г, и агара микробиологического (ГОСТ 17206-96), массой 15 г, растворяли в 1 л дистиллированной воды. Среда, прокипячённая в течение двух минут, была отфильтрована через ватно-марлевый фильтр и разлита по колбам. Подготовленные колбы со средой закрывали ватными пробками и пергаментной бумагой. Автоклавирование среды проводилось при 121 °C (1 атм) в течение 20 минут.

*Среда для выделения энтеробактерий сухая. (Агар Эндо-ГРМ).*

Навеску сухой питательной среды растворяют в указанном количестве в 1 л дистиллированной воды, нагревают, доводят до кипения, кипятят около 3 мин до полного растворения агара. Поверхность среды подсушивают, после застывания в термостате при температуре  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  в течение 40-60 мин. Готовая среда Эндо обладает прозрачным или бледно-розовым цветом. Бактерии рода *E. Coli* имеют колонии красного цвета.

#### **2.4.2 Работы с бактериальными культурами.**

При посеве бактерий на питательные среды или путем повторного посева наблюдается определенный порядок работы. Во-первых, в пламени горелки стерилизуют петлю и держатель петли, которые при посеве культивируют в чашку Петри. Крышка чашки Петри, в которой находится культура, поднимается левой рукой, но не открывается полностью. В правую руку берется, как пишущее перо, петля и, держа ее вертикально, обжигают в пламени горелки. Петля охлаждается, затем небольшое количество бактерий осторожно перемещается так, чтобы не испортить питательную среду. В подготовленную среду вводится петля с материалом. Аккуратно протрите поверхность культивированной среды. Удалите петлю, закройте крышку чашки Петри и в конце всех манипуляций простерилизуйте петлю.

##### **2.4.2.1 Селекция чистой культуры *E. Coli* на среде Эндо.**

Для выделения чистой культуры следует учитывать ряд условий: подбор соответствующих питательных сред, ранний посев взятого материала, техника выполнения посева. Наносят исследуемый материал на среду с помощью ректального тампона, стеклянной палочки, бактериологической петли или пипетки.

На дифференциально-диагностическую среду Эндо производился посев бактериологической петлей исследуемой культуры *Escherichia coli* штамма ATCC-25922 методом штриха. Для этого исследуемый материал наносят на поверхность питательной среды бактериологической петлей возле края чашки. Избыток материала снимают и параллельными штрихами проводят петлей от края к краю чашки. Такой метод позволяет получить изолированные колонии.

Посев следует производить на 2-3 чашки, набирая для каждой чашки материал заново. Чашки с посевом ставят в термостат на 24-48 часов при 37°C [15]. Вынимают из термостата и просматривают чашки Петри в проходящем или падающем свете. При прорастании образуются выпуклые, слизистые колонии ярко-малинового цвета с металлическим блеском, что является диагностическим признаком культуры *E. Coli*. На основании изучения морфологических характеристик, можно сделать вывод о выделении культуры *Escherichia coli*.

#### **2.4.2.2 Приготовление модельного раствора культуры *E. Coli* для тестирования исследуемых фильтров.**

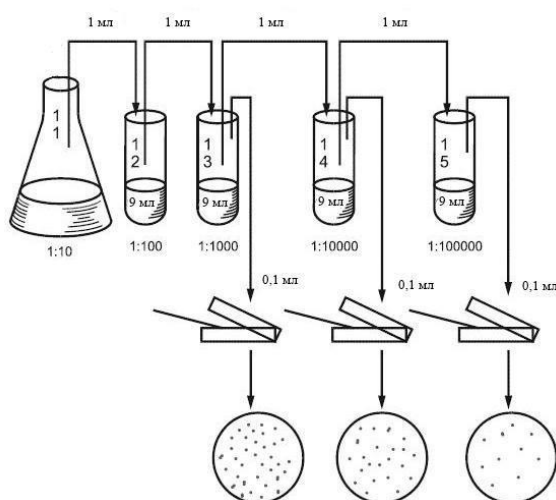
Материал для посева на жидкую питательную среду отбирают с помощью петли. Из среды Эндо, на которой проросли чистые колонии *Escherichia coli* в ламинарном шкафу при стерильных условиях под пламенем горелки, бактериологической петлей несколько раз легкими движениями, не скашивая питательной среды отбирается немного материала. Петлю с отобранной культурой погружают в жидкую среду, в нашем случае мясопептонный бульон объемом 250 мл. Плавно стряхивая или растирая по стенке колбы, чтобы снять весь материал с петли. Колбу закрывают ватно-марлевой пробкой и ставят в термостат на 18-24 часа при 37°C для инкубации. Наблюдается помутнение раствора, небольшой осадок сероватого цвета, что говорит об обильном росте. Концентрация данного раствора слишком велика, для проведения опыта следует разбавить раствор водопроводной водой. Довести объем модельного раствора до 4-5 литров [16].

#### **2.4.2.3 Анализ фильтрата и культивация микроорганизмов после фильтрации.**

После пропускания модельного раствора через исследуемый фильтр, отбирается проба отфильтрованной воды для определения общего числа колониеобразующих единиц микроорганизмов. Данный показатель определяет количество колоний способных образовываться на питательном агаре при температуре 37°C в течение 24 ч и характеризует качество чистоты воды прошедшего фильтрацию.

В работе применяется метод, основанный на серии разведений исследуемой пробы после фильтрации, данный этап является крайне важным. Для разведения используется мерная пипетка на 1 мл, исследуемую пробу объемом 1 мл добавляют в пробирку с 9 мл стерильного водного раствора.

Таким образом, получают раствор 1:10. Из этого раствора отбирается 1 мл и таким же методом, получают разведение 1:100. Для каждого разведения при отборе пробы необходимо использовать стерильную пипетку. Разведения пробы выбирают так, чтобы образованные колонии, выросшие на чашке Петри, не превышало 300 изолированных колоний. В данной работе применялись пятикратные разведения, в виду концентрации исходного раствора. Посев производится поверхностным методом, для этого исследуемую пробу или разведение вносят параллельно в две чашки Петри (параллельное определение) по 0,1 мл на поверхность питательной среды. После чего, равномерно растирают шпателем Дригальского по всей поверхности чашки Петри. Для этого предварительно стерилизуют шпатель Дригальского над пламенем горелки, дают остыть поверхности, чтобы не убить имеющиеся колонии. При каждом использовании шпателя требуется стерилизовать его над пламенем горелки. Чашки с посевами предварительно подписывают и помещают в термостат дном вверх на 24-72 ч. при температуре 37°C. По истечению времени визуально производится подсчет выросших колоний (рис. 2.1) [17].



**Рисунок 2.1** Методика разведения пробы.

### **2.4.3 Работа с вирусами.**

На данном этапе работа заключается в предварительном размножении колифагов в среде обогащения в присутствии *E. coli* и последующем его выявлении в виде зон лизиса (просветления) на газоне *E. coli* на питательном агаре.

#### **2.4.3.1 Выполнение анализа при определении колифагов.**

Подготовка посуды, питательных сред, мембранных фильтров, ведение культуры *E. coli*, методика подтверждения фаговой природы лизиса выполняется в соответствии с МУК 4.2.1018-01.

Накануне проведения анализа культуру *E. coli* засевают в две пробирки со скошенным агаром. Через 18 +/- 2 ч инкубации при температуре 37 +/- 1°C производят смыв бактерий с косяков 5 мл стерильного физиологического раствора и по стандарту мутности готовят взвесь *E. coli* в концентрации 10<sup>9</sup> бактериальных клеток в мл.

В исследуемую воду объемом 1000 мл вносят 100 мл 10-кратного питательного бульона и 10 мл смыва *E. coli*. Для контроля культуры 0,1 мл смыва *E. coli* помещают в чашку Петри и заливают питательным агаром.

Подготовленную пробу воды и чашку Петри с контролем *E. coli* помещают в термостат и инкубируют при температуре (37 +/- 1)°C в течение 18 +/- 2 ч.

После инкубации, при отсутствии колифагов на контрольной чашке, в стерильную пробирку отливают 10 мл. 10 мл пробы фильтруют через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм, подготовленный по п. 7.1 МУК 4.2.1018-01. Фильтрат в объеме 1 - 2 мл отбирают в стерильную пробирку, помещенную в колбу Бунзена или непосредственно в стерильную колбу Бунзена. Полученный фильтрат используют для дальнейшего исследования.

В предварительно расплавленный и остуженный до 45°C питательный агар добавляют приготовленный смыв бактерий *E. coli* из расчета 1,0 мл смыва на 100 мл агара. В стерильную чашку Петри пипеткой переносят 1 мл пробы. Сверху пробу заливают подготовленным агаром. В качестве контроля *E. coli* дополнительно заливают одну стерильную чашку



Петри. Залитые чашки осторожно покачивают для равномерного распределения агара. После застывания агара чашки переворачивают и помещают в термостат на  $18 \pm 2$  ч при  $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$  [18].

Если исследуется несколько образцов, то рекомендуется применять одну чашку Петри, которую необходимо заполнить раствором агара с *E. coli*. После затвердевания агара необходимо разделить его поверхность на сектора (не более 6), пронумеровать их в соответствии с количеством исследованных образцов. Микропипеткой или штрихом стерильной бактериологической петлей на каждый сектор наносится капля из исследуемой пробы воды, один сектор оставляется нетронутым для сравнения.

#### **2.4.3.2 Учет результатов.**

Подведением итогов после инкубирования является просмотр чашек, который проводится в проходящем свете. Положительным результатом пробы считается наличие полного лизиса газона *E. coli*, а также наличие отдельных зон лизиса или единичных бляшек на чашке с исследуемой пробой воды при отсутствии зон лизиса или отдельных бляшек на контрольной чашке или контрольном секторе.

В протоколе отмечается: колифаги обнаружены или не обнаружены в 1000 мл воды.

Результат является недействительным, если в ходе контроля были замечены зоны сплошного лизиса. При неудовлетворительном исходе проверки анализ повторяется, но уже с новой культурой *E. Coli* [19].

#### **2.4.4 Подсчет общего количества микроорганизмов методом Коха.**

Выросшие колонии подсчитываются невооруженным глазом или с помощью специального прибора, используемого для подсчета образованных колоний. Результаты подсчета данных о количестве выращенных колоний, полученных на чашках Петри, можно сравнить с культурами материала из последовательных разведений. Количество подсчитанных колоний должно соответствовать множественности сделанных разведений. Количество

подсчитанных колоний должны соответствовать кратности взятых разведений. Данные полученные при расчетах выражаются числом колониобразующих единиц (КОЕ) на 1 мл в исследуемой пробе воды для бактерий и числом бляшкообразующих единиц (БОЕ) на 1 мл в исследуемой пробе воды для вирусов, которые вычисляют по формуле:

$$M = \frac{a \cdot 10^n}{V};$$

где М – количество бактерий в 1 л;

а – среднее число колоний на чашке Петри;

$10^n$  – коэффициент разведения;

V – объем суспензии, взятый для посева, мл.

Число выросших колоний на чашках приводят к среднему арифметическому числу принадлежащих к одному порядку. Если невозможен подсчет на одной из чашек, то результат составляют по одной чашке. Благоприятным результатом, с которым можно работать, лучшим разведением, при высева которого вырастает от 50 до 100 колоний. Чашки Петри, на которых выросло более 300 колоний, не учитываются, в таких случаях отмечают сплошной рост микроорганизмов.

### Глава 3. ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объектов исследования использовали природный глауконит и цеолит Бакчарского месторождения, гравий и активированный уголь.

#### 3.1 Изучение характеристики поверхности используемых сорбентов.

Первым пунктом исследований является изучение поверхностных свойств сорбентов.

На начальной стадии работы производилась оценка значения удельного объема пор ( $P$ ) и площади удельной поверхности ( $S_{уд}$ ) изучаемых сорбентов с помощью лабораторного анализатора «СОРБОМЕТР М», работа которого основана на методе БЭТ и тепловой десорбции азота. Опираясь на ГОСТ 13525.19-91 была определена влажность наполнителей фильтровальных модулей.

В основе работы прибора лег тепловой метод десорбции газа-адсорбата, в данном случае использовался азот, анализ проводили в динамических условиях, десорбция производилась с поверхность изучаемых сорбентов.



Рисунок 3.1 Сорбтометр М.

##### 3.1.1 Метод БЭТ.

Метод БЭТ был открыт в начале 20 века тремя известными американскими химиками, фамилии которых легли в название метода, С. Брунауэром, П.Х. Эмметом и Э. Теллром. Суть методики заключалась в математическом описании физической сорбции, основанной на теории полимолекулярной (многослойной) адсорбции.

В методе БЭТ присутствует ряд допущений: система адсорбат-адсорбат взаимодействует слабее системы адсорбент-адсорбат; учет взаимодействующих

молекул адсорбированных на поверхности ведется при их перпендикулярном направлении к ней и рассматривается, как конденсация; поверхность адсорбента однородна. Линейная форма изотермы адсорбции (уравнения БЭТ) имеет вид:

$$\frac{p/p_0}{a(1 - p/p_0)} = \frac{1}{a_m C} + \frac{(C - 1)p/p_0}{a_m C},$$

где  $p/p_0$  — отношение давления в системе к давлению конденсации,  $a$  — величина адсорбции,  $a_m$  — объем монослоя на поверхности адсорбента,  $C$  — отношение констант адсорбционного равновесия в первом слое и константы конденсации.

В основном метод БЭТ используется при изучение параметров пористых твердых тел, а точнее при определении их поверхностных характеристик. Вначале получают экспериментальную зависимость адсорбции от соотношения давлений при постоянной температуре (изотерма адсорбции), затем основываясь на уравнение БЭТ вычисляют объем монослоя и по вычисленному объему определяют число молекул в монослое. Используя данные, полученные при расчетах, можно вычислить суммарную площадь поверхность адсорбента вне зависимости от его параметров (формы, пористости). Точность метода БЭТ варьируется в диапазоне 5-10 % при определении площади поверхности в интервале значений относительного давления ( $p/p_0$ ) 0,05–0,35. Для более точного узконаправленного анализа пористой структуры твердого тела по изотермам адсорбции используют дополнительные расчетные модели (например, метод ВЈН) [20].

### **3.2 Подбор оптимальных фракции глауконита для получения оптимальных гидродинамических характеристик фильтров.**

Исходя из литературных данных и накопленного опыта в данной работе, известно, что при меньшем размере частиц наблюдается повышение сорбционной способности природного сорбента. Основываясь на этом, для проведения исследования были взяты фильтры на основе природных сорбентов определенных фракций, лежащих в диапазоне от 0,1 до 1,0 мм. В ходе работы

использовали три фильтрованных модуля разных фракционных составов, а также и их смеси [21].

Фракции, используемые нами в работе, были получены механическим путем измельчения. В лабораторных условиях используется ручное измельчение твердых материалов, используют ступки из разного материала в зависимости от используемого материала. При выборе ступки надо учитывать, что материал, из которого изготовлена ступка и пестик, должен быть тверже измельчаемого вещества.

Для измельчения вещества, ступка наполняется не более чем на 1/3 от её объема. Крупные куски природного сорбента разбиваются осторожными ударами пестика.

Так как в работе использовались частиц от 0,1 до 1,0 мм., то для получения фракций нужного размера использовались сита с различными диаметрами.

Адсорбент тестировался в виде фильтровальных модулей, которые представляли собой стеклянную трубку ( $d=8$  мм) заполненную адсорбентом.

Загрузка фильтра зависела от фракции, его масса в диапазоне от 8 до 9 г [22].

### **3.3 Изучение сорбционных свойств минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах в статическом режиме.**

Исследования проводились по следующей схеме. В мерный стакан объемом 50 мл до метки заливалась предварительно отстоянная в течение часа водопроводная вода, в которую вносили 1 мл культуры *Escherichia Coli* с исходной концентрацией  $5 \cdot 10^5$  КОЕ/мл, так рабочая концентрация бактерий в суспензии составила  $10^4$  КОЕ/мл. В суспензию вносили 1 грамм сорбента фракцией менее 0,1 мм или 0,5-1,0 мм. Далее стакан устанавливали на магнитную мешалку и проводили перемешивание в течение 30 мин. Каждые 10 мин проводили отбор пробы для определения концентрации бактерий в суспензии. Посев проводили по методике, описанной в главе 3.4.

### **3.4 Изучение сорбционных свойств минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах в динамическом режиме.**

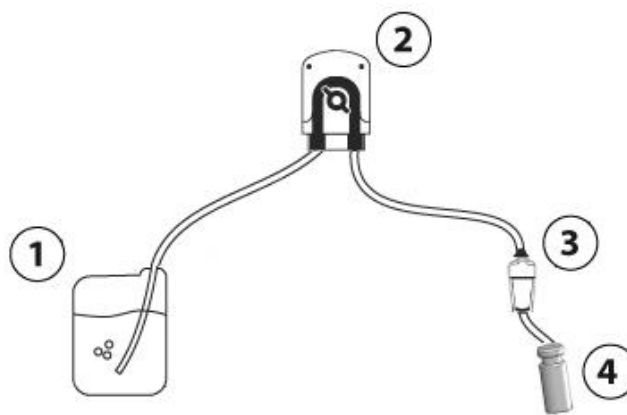
На данном этапе работы для изучения сорбционной способности фильтрующих модулей, использовали тестовый раствор с бактериями *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922).

На водопроводной воде готовили модельный раствор (суспензию), обсеменённой культурами бактерий. После фильтрации и культивирования модульного раствора на питательную среду, был произведен подсчет бактерий и было выявлено, что концентрация бактерий в испытуемом растворе составляет  $2,5 \times 10^7$  КОЕ/мл.

Было подготовлено три фильтра, предназначенных для оценки степени извлечения микробиологических загрязнений из водных сред.

Конструкция фильтрующей установки включала в себя перистальтический насос, колбы с суспензией и колбы с фильтратом. При подготовке к фильтрации, перед погружением в емкость, шланг для перегонки обрабатывали этиловым спиртом, верхняя часть в области крышки накрывалась фольгой предварительно обожжённой в пламени горелки, после данной процедуры шланг зажимался перистальтическим насосом, другой конец шланга устанавливался в емкость для слива. После того как будет отобрано 100 мл модульного раствора, готовится раствор для оценки сорбционной способности. Для этого, в стерильный пенициллиновый флакон (пенициллинку) отбирают 5 мл отфильтрованного раствора и подготавливают его к дальнейшим испытаниям [23].

Нами была выставлена минимальная мощность фильтрации, для обеспечения благоприятных сорбционных условий. Продолжительность фильтрации зависело от наполнителя фильтрующего модуля и фракционного состава. На рисунке № 3 представлена система фильтрации.



**Рисунок 3.2** Система фильтрации. (1-колба с модульным раствором; 2- колба с отфильтрованным раствором; 3-перестатический насос; 4-фильтрующий модуль; 5-шланг).

Последующим действием нашей работы является культивирование микробиологических загрязнений по методу Коха, а также проводится подсчет бактерий и вирусов. Посуда и инструменты необходимые для посева подготавливаются заблаговременно.

Главное условие работы с микробиологическими загрязнителями - это условия полной стерильности. Нами использовалась одноразовая посуда для культивирования микроорганизмов. Посуда также должна быть стерильной, не иметь токсических действий. Также учитывается высокая чувствительность бактерий к внешним условиям и токсическому воздействию (тяжелым металлам). Основопологающим условием работы с клеточными организмами, является качество используемой воды. Используется дистиллированная вода при ополаскивание воды, чаще применяют би-дистиллированную воду.

В течение трех часов при температуре 180 °C проводится окончательная стерилизация применяемой посуды, данная процедура применяется для того, чтобы уничтожить термофильные бактерии. Пластиковая посуда стерилизовалась в автоклаве [24].

### 3.5 Модификация природных минералов.

При модификации природных минералов различного фракционного состава нами был использован 10% раствор соляной кислоты. В стеклянный стакан объемом 2 л (2000 см<sup>3</sup>) вносили сорбент массой 20 г, впоследствии в стакан заливался 1 л 10% раствора соляной кислоты. Выдержка носителя в растворе проводилась в течение двух часов, после этого раствор соляной кислоты сливался и проводилось итоговое промывание сорбента дистиллированной водой до достижения показателя нейтральной pH. После того как промыли носитель, осуществляется его сушка в лабораторной муфельной печи СНОЛ 23/10 вначале при 120°C, в течении четырех часов. В конце проводили термическую обработку при 300°C, продолжительностью в два часа [25].

**Таблица 3.1** Физические свойства раствора соляной кислоты с концентрацией 10%

Конц. (вес), HCl/кг	10%
Конц. (г/л) HCl/м <sup>3</sup>	104,80
Плотность, кг/л	1,048
Молярность, М	2,87
pH	- 0,4578
Вязкость, мПа*с	1,16
Удельная теплоемкость, кДж/(кг*К)	3,47
Давление пара, Па	0,527
Температура кипения	103°C
Температура плавления	-18°C

### 3.6 Изучение сорбционных свойств модифицированных минералов при очистке воды от микробиологических загрязнений на тестовых растворах.

В этой части работы при исследовании сорбционной способности фильтрующих модулей на основе модифицированных минералов, использовали тестовый раствор с бактериями *Escherichia Coli* (штамм ATCC 25922).



Для оценки степени извлечения микробиологических загрязнений из водных сред подготовили три фильтра. Система фильтрация состояла из перистальтического насоса, колбы с фильтратом и колбы с заранее заготовленной суспензией. Фильтрация испытуемых модулей и оценка сорбционной способности проводилась по такому же принципу, как для природного глауконита [26].

## **Глава 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **5.1 Предпроектный анализ.**

#### **5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.**

Основными объектами научно-исследовательской работы являются природные сорбенты (глауконит, цеолит, гравий, активированный уголь), которые пользуются большой популярностью по всей стране не только за счет своей доступности, но и хорошими сорбционными свойствами, которые широко применяются в медицине и водоподготовке.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

**Целевой рынок** – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. Для данного проекта целевым рынком являются предприятия фармацевтической отрасли.

**Продуктом (результат НИР)** – Фильтрованный материал.

В качестве фильтрованного материала были использованы фильтры из природного сорбента Томской области, с различным соотношением фракций.

**Сегментирование** – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

#### **5.1.2 Диаграмма Исикавы.**

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) – это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей,

инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Область применения диаграммы:

- Выявление причин возникновения проблемы;
- Анализ и структурирование процессов на предприятии;
- Оценка причинно-следственных связей.

Объектом анализа в проводимой исследовательской работе является достоверное определение содержания кофеина в напитках.

К факторам, влияющим на объект анализа, относятся:

- Сырье;
- Технология проведения работ;
- Персонал.

Причинно-следственная диаграмма представлена на рисунке 1.

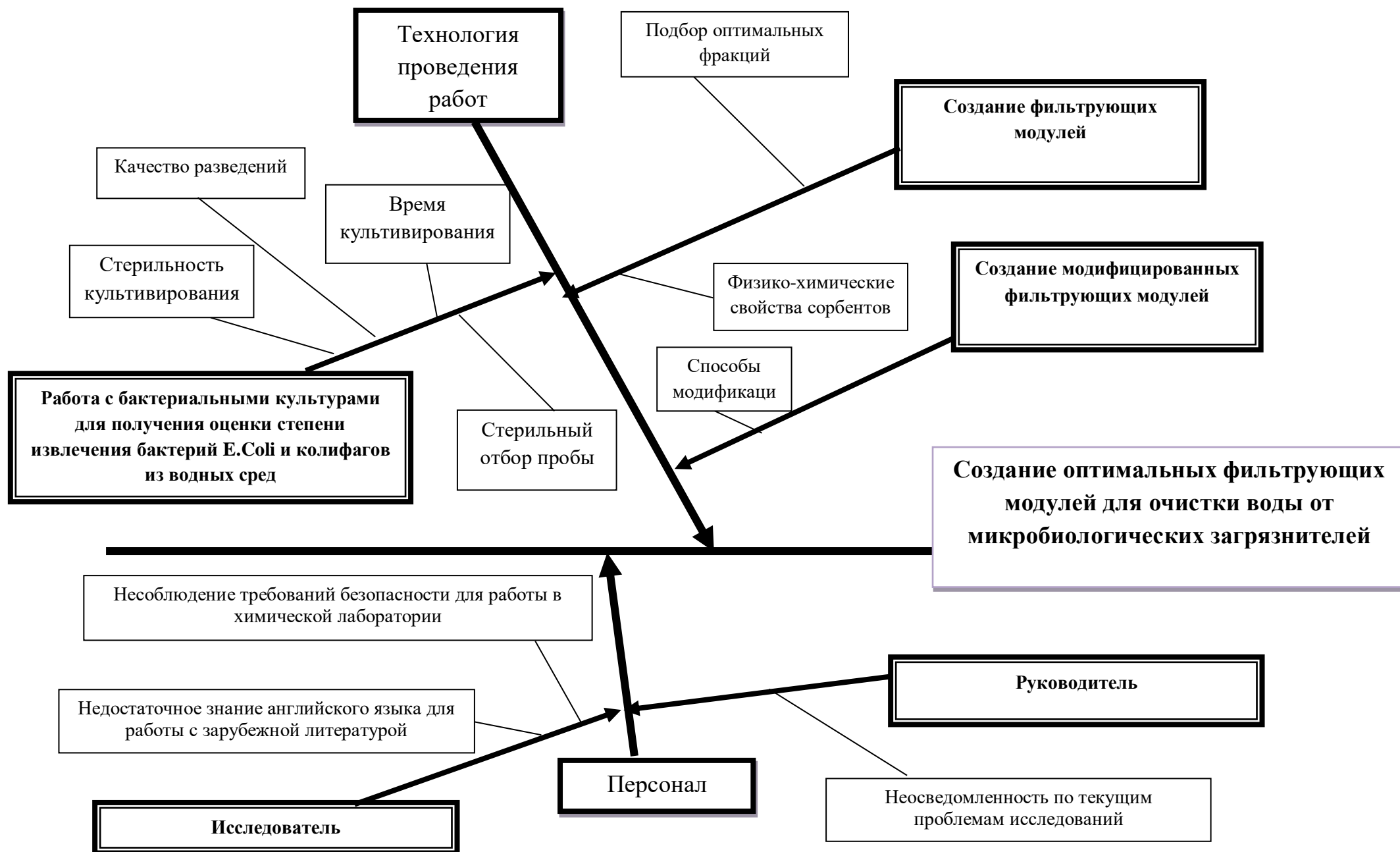


Рисунок 5.1 Причинно-следственная диаграмма Исикавы.

### 5.1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации.

В таблице 5.1 представлена оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации.

**Таблица 5.1** Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического Задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	<b>57</b>	<b>57</b>

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (1)$$

где  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

По результатам оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации можно сделать вывод о том, что такая разработка имеет перспективность выше среднего, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. При этом, следует обратить внимание на проработку вопросов международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

#### **5.1.4 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.**

На основании анализа методов коммерциализации проекта, с учётом степени готовности разработки, для успешного продвижения способов апробации природных сорбентов Томской области для микробиологической очистки воды является инжиниринг, который подразумевает усовершенствование методов, имеющихся на предприятиях фармацевтической промышленности.

#### **5.2 Инициация проекта.**

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

##### **5.2.1 Цели и результат проекта.**

В данном разделе приведем информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Информацию по заинтересованным сторонам проекта представим в таблице 5.2.

**Таблица 5.2** Заинтересованные стороны проекта.

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Предприятия пищевой и фармацевтической промышленности	Оценка и контроль количественного содержания кофеина в производимых продуктах
Отдельные исследователи, разрабатывающие методы апробации фильтрующих модулей	Сотрудничество, с целью усовершенствования методов для очистки сочных вод.

В таблице 5.3 представим информацию об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

**Таблица 5.3 Цели и результат проекта.**

<b>Цели проекта:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбор оптимальных фракций и изучение физико-химических свойств используемых сорбентов</li> <li>2. Изучение степени извлечения микробиологических загрязнителей и оценка гидродинамических параметров природных и модифицированных сорбентов</li> </ol>
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подобраны оптимальные фракции, изучены физико-химические свойства.</li> <li>2. Изучена степень извлечения микробиологических загрязнителей и оценены гидродинамические параметры природных и модифицированных сорбентов</li> </ol>
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Показатели извлечения микробиологических загрязнителей должны быть не более 30 кое/мл.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Результаты должны быть качественно проанализированы и должны соответствовать запланированным целям и задачам</li> <li>2. Положительный результат проекта должен быть оформлен в виде интеллектуальной собственности</li> </ol>

### 5.2.2 Организационная структура проекта

Необходимо определить группу данного проекта и роль каждого участника, их функции и трудозатраты. В качестве участников выступают руководитель с исполнителем и эксперты-консультанты по разделам проекта.

**Таблица 5.4 Рабочая группа проекта.**

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудо- затраты, час.</b>
1	Плотников Евгений Владимирович, к.х.н., доцент отделения химической инженерии	Руководитель проекта	Координирует деятельность участников проекта	40
2	Криницына Зоя Васильевна, к.т.н., доцент отделения социально-гуманитарных наук	Эксперт проекта	Координирует деятельность магистранта при выполнении раздела «Финансовый менеджмент»	2
3	Мезенцева Ирина Леонидовна, к.х.н., ассистент отделения общетехнических дисциплин	Эксперт проекта	Координирует деятельность магистранта при выполнении раздела «Социальная ответственность»	2
4	Михайлова Ольга Владимировна, старший преподаватель отделения иностранных языков	Эксперт проекта	Консультирует по разделу на иностранном языке	2
5	Вачадзе Георгий Джамбулович, магистрант	Исполнитель	Выполнение работ по проекту	752
<b>ИТОГО</b>				<b>798</b>

### 5.2.3 Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

**Таблица 5.5** Ограничения проекта.

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
Бюджет проекта	1 291 265руб.
Источник финансирования	НИ ТПУ
Сроки проекта:	январь 2018 - май 2018
Дата утверждения плана управления проектом	15.01.2018
Дата завершения проекта	31.05.2018



### **5.3 Планирование управления научно-техническим проектом**

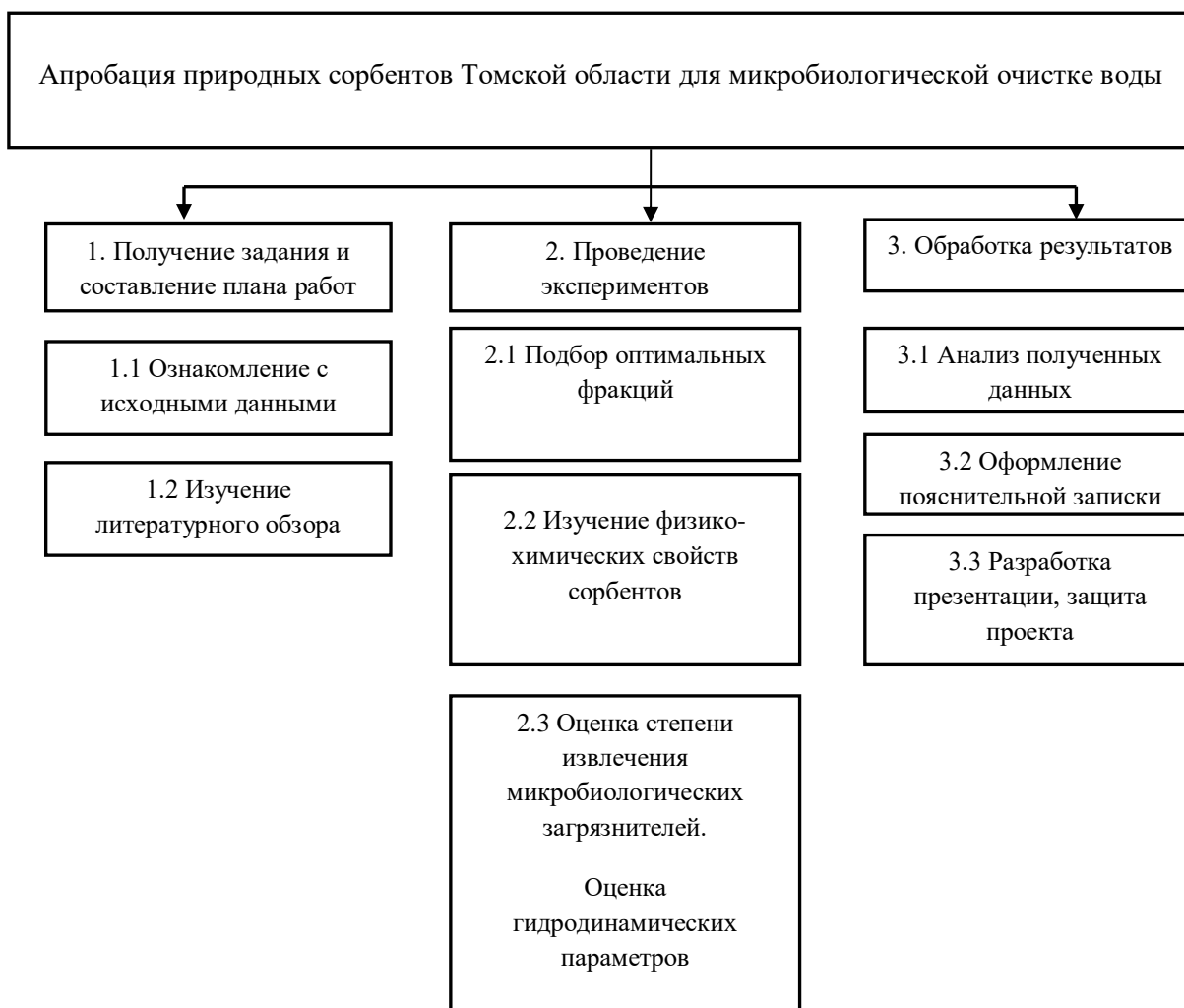
Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическую структуру работ;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования;
- организационную структуру проекта;
- сравнительную эффективность разработки.

#### **5.3.1 Иерархическая структура работ проекта.**

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта.



**Рисунок 5.2** Иерархическая структура работ проекта.

### 5.3.2 Контрольные события проекта.

В рамках этапа планирования проекта необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Информация представлена в таблице 5.6.

**Таблица 5.6** Контрольные события проекта.

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Получение задания и составления плана работ	15.01.2018- 20.01.2018	Отчет о плане работы
2	Подбор и изучение теоретических материалов	21.01.2018- 08.02.2018	Отчет
3	Поиск методик и характеристика объектов исследования	09.02.2018- 18.02.2018	Литературный обзор

4	Проведение экспериментов	19.02.2018-01.04.2018	Отчет
5	Обработка и обсуждение результатов	02.04.2018-15.04.2018	Отчет
6	Оформление проекта	16.04.2018-13.05.2018	Пояснительная записка
7	Разработка презентации и раздаточного материала	14.05.2018-31.05.2018	Презентация, раздаточный материал

### 5.3.3 План проекта.

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта. Линейный график представляется в виде таблицы 5.7.

**Таблица 5.7** Календарный план проекта.

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Получение задания и составления плана работ	6	15.01.18	20.01.18	Плотников Е.В. Вачадзе Г.Д.
2	Подбор и изучение теоретических материалов	19	21.01.18	08.02.18	Вачадзе Г.Д.
3	Отработка методик.	10	09.02.18	18.02.18	Вачадзе Г.Д.
4	Проведение экспериментов	42	19.02.18	01.04.18	Вачадзе Г.Д.
5	Обработка и обсуждение результатов	14	02.04.18	15.04.18	Плотников Е.В. Вачадзе Г.Д.
6	Оформление проекта	28	16.04.18	13.05.18	Вачадзе Г.Д.
7	Разработка презентации и раздаточного материала	18	14.05.18	31.05.18	Вачадзе Г.Д.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 5.7 построен календарный план-график (таблица 5.8) по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам за период времени дипломирования.

**Таблица 5.8** Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

Вид работ	Исполнители	Т <sub>к</sub> , кал, дн	Продолжительность выполнения работ														
			январь		феврал ь			март			апрель			май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Получение задания и составления плана работ	Руководитель Магистрант	6															
Подбор и изучение теоретических материалов	Магистрант	19															
Поиск методик и характеристика объектов исследования	Магистрант	10															
Проведение экспериментов	Магистрант	42															
Обработка и обсуждение результатов	Руководитель Магистрант	14															
Оформление проекта	Магистрант	28															
Разработка презентации и раздаточного материала	Магистрант	18															

■ – магистрант;      ■ – руководитель

#### 5.3.4 Бюджет научного исследования.

В процессе планирования бюджета научно-технического исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты (сырье, материалы);
- специальное оборудование для научных исследований;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

- научные и производственные командировки;
- оплата работ, выполняемых сторонними предприятиями;
- прочие прямые расходы;
- накладные расходы.

#### 5.3.4.1 Расчет материальных затрат.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3–5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье занесем в таблицу 5.9.

**Таблица 5.9** Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты.

Наименование затрат	Единица измерений	Расход	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Сорбент	кг	1	6500	6500
Фильтровальный модуль	шт	10	1000	10000
Перекись водорода	л	0,1	315	31,5
Этиловый спирт	л	0,1	3000	300
Соляная кислота	л	0,1	232	23,2
Агар	кг	0,5	2125	1062
Пептон	кг	0,5	5415	2707
Колифаги	упаковка	1	600	600
Чашка Петри	шт	100	60	600
Шприц	шт	100	3	300
Пенициллиновый флакон	шт	100	2,6	260
Колба 100 см <sup>3</sup>	шт	1	79	79
Колба 500 см <sup>3</sup>	шт	2	129	158
Колба 1000 см <sup>3</sup>	шт	1	160	160
Стакан объемом 20 см <sup>3</sup>	шт.	4	495	1980

Шланг для системы фильтрации	шт	1	1000	1000
<b>Всего за материалы</b>				<b>25,761</b>
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				1288
<b>Итого по статье С<sub>м</sub></b>				<b>27,049</b>

#### 5.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.

В таблицу 5.10 включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения исследования. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Годовая амортизация рассчитывается с учетом срока использования оборудования на 2 месяца.

**Таблица 5.10** Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование прибора	Кол-во, шт	Цена за ед., руб.	Доставка и монтаж оборудования, руб.	Амортизационные отчисления, руб.
1	Перестатический насос 313д	1	110300,0	2500,0	1692,0
2	Бокс Streamline SC2	1	560000,0	5098,5	8515,8
3	Весы лабораторные аналитические ACCULAB	1	53790,0	8068,5	896,5
4	Автоклав (паровой стерилизатор) лабораторный вертикальный DAIHAN	1	45000,0	21885,0	2431,7
	Термостат электрический суховоздушный ТС-1/20 СПУ	1	300200,0	3087,5	5003,3
	Сорбтометр-М.	1	25000,0	375,0	416,6
5	Магнитная мешалка ARMED MHS-C	1	40000,0	600,00	615,3
Σ			1134290	41613,0	15065,7
<b>Итого</b>			<b>1 190 968,0</b>		

### 5.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей.

Статья включает основную заработную плату (включая премии, доплаты) работников, непосредственно занятых выполнением проекта, и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (2)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (3)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}} \quad (4)$$

где  $Z_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн.

**Таблица 5.11** Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Консультант ФМ	Консультант СО	Инженер
Календарное число дней	136	136	136	136
Количество нерабочих дней выходные дни: праздничные дни:	21 5	21 5	21 5	21 5
Потери рабочего времени отпуск: невыходы по болезни:	12 0	12 0	12 0	0 0
Действительный годовой фонд рабочего времени	98	98	98	110

Месячный должностной оклад работника:

$$З_м = З_б \cdot (k_{пр} + k_д) \cdot k_p, \quad (5)$$

где  $З_б$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,15 (т.е. 15% от  $З_б$ );

$k_д$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15 – 20 % от  $З_б$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 5.12.

**Таблица 5.12** Расчёт основной заработной платы исполнителей.

Категория	$З_б$ , руб.	$k_д + k_{пр}$	$k_p$	$З_м$ , руб.	$З_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$З_{осн}$ , руб.
Руководитель							
ППСЗ	23264,86	1,35	1,3	40829,9	1916,5	10	19165
Консультант ФМ							
ППСЗ	23264,86	1,35	1,3	40829,9	1916,5	2	3833
Консультант СО							
ППСЗ	23264,86	1,35	1,3	40829,9	1916,5	2	3833
Инженер							
-	1854	-	1,3	2410,2	100,8	80	8064
<b>ИТОГО</b>							<b>34895</b>

$$З_{дн(рук., конс.)} = \frac{40829,9 \cdot 4,6}{98} = 1916,5 \text{ руб} \quad З_{дн(инж.)} = \frac{2410,2 \cdot 4,6}{110} = 100,8 \text{ руб}$$

#### 5.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10 – 15 % от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} \quad (6)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата, руб.;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, примем 12 %.

**Таблица 5.13** Расчет основной и дополнительной заработной платы.

Зарплата	Руководитель	Консультант ФМ	Консультант СО	Инженер
Основная зарплата, руб.	19165	3833	3833	8064
Дополнительная зарплата, руб.	2299,8	460	460	-



Зарплата исполнителя, руб.	21464,8	4293	4293	8064
<b>Итого по статье Сзп</b>	<b>38114,8</b>			

#### 5.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (7)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

**Таблица 5.14** Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	19165	2299,8
Консультант ФМ	3833	460
Консультант СО	3833	460
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления, руб	7271,2	872,6
<b>Итого</b>	<b>8143,8</b>	

#### 5.3.4.6 Научные и производственные командировки.

При выполнении проекта не было расходов по научным и производственным командировкам, связанным с непосредственным выполнением данной работы.

#### 5.3.4.7 Оплата работ, выполняемых сторонними организациями.

В эту статью относится стоимость контрагентных работ. Расходы на пользование сети Интернет составили 500 руб./мес. или 2500 рублей на период выполнения проекта.

#### 5.3.4.8 Накладные расходы.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (8)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов (примем 80 %).

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot 38114,8 = 30491,8 \text{ руб}$$

#### **5.3.4.9 Формирование бюджета затрат научно–исследовательского проекта.**

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат в таблице 5.15 составлена калькуляция плановой себестоимости апробации природных сорбентов Томской области для микробиологической очистке воды.

**Таблица 5.15** Группировка затрат по статьям.

Вид работ	Статьи									
	Сырье, материалы, руб.	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления на социальные нужды, руб.	Научные и производственные командировки, руб.	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями, руб.	Прочие прямые расходы, руб.	Накладные расходы, руб.	Итого плановая себестоимость, руб.
Апробация природных сорбентов Томской области для микробиологической очистки воды	27 049	1 190 968,0	34895	3219,8	8143,8	-	2500	-	30491,8	1 291 265

### 5.3.5 Организационная структура проекта.

Для проводимого исследования характерна проектная организационная структура, которая показана на рисунке 3.



**Рисунок 5.3** Организационная структура проекта.

### 5.3.6 Матрица ответственности.

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 5.16).

**Таблица 5.16** Матрица ответственности.

Этапы проекта	Плотников Евгений Владимирович , к.х.н., доцент отделения химической инженерии	Вачадзе Георгий Джамбулович, магистрант
Получение задания и составления плана работ	О	
Подбор и изучение теоретических материалов		И
Поиск методик и характеристика объектов исследования		И
Проведение экспериментов		И
Обработка и обсуждение результатов	С	И
Оформление проекта	У	И
Разработка презентации и раздаточного материала		О

*Ответственный* (О) – лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

*Исполнитель (И)* – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

*Утверждающее лицо (У)* – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

*Согласующее лицо (С)* – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

### **5.3.7 План управления коммуникациями проекта.**

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 5.17).

**Таблица 5.17** План управления коммуникациями.

<b>№ п/п</b>	<b>Какая информация передается</b>	<b>Кто передает информацию</b>	<b>Кому передается информация</b>	<b>Когда передает информацию</b>
1	Задание и план работ	Руководитель проекта	Исполнителю	Не позже даты установленной по календарному плану
2	Литературный обзор	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже даты установленной по календарному плану
3	Результаты экспериментальных исследований	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже даты установленной по календарному плану
4	Отчет о выполненной работе	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

## **5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.**

### **5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования.**

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета, с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (9)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{pi}}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$\text{Для нашей разработки: } I_{\Phi}^{\text{p}} = \frac{1\,291\,265}{1300158} = 0,99$$

$$\text{Для первого аналога: } I_{\Phi}^{\text{a1}} = \frac{1300158}{1300158} = 1,0$$

$$\text{Для второго аналога: } I_{\Phi}^{\text{a2}} = \frac{11005899}{1300158} = 0,84$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (10)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент i-го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – балльная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 5.18.

**Таблица 5.18** Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	$I_m^p$	Аналог 1	$I_m^{a1}$	Аналог 2	$I_m^{a2}$
1. Воспроизводимость методики	0,2	4	0,8	4	0,8	3	0,6
2.Доступность оборудования и электродов	0,3	5	1,5	4	1,2	5	1,5
3.Экспрессность определения	0,2	5	1,0	5	1,0	4	0,8
4.Конкурентоспособность к другим метода определения	0,3	5	1,5	4	1,2	4	1,2
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>4,8</b>	<b>17</b>	<b>4,2</b>	<b>16</b>	<b>4,1</b>

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{\text{финр}}^p$ ) и аналога ( $I_{\text{финр}}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p} ; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (11)$$

$$\text{Для нашей разработки: } I_{\text{финр}}^p = \frac{4,8}{0,85} = 5,65$$

$$\text{Для первого аналога: } I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{4,2}{1,0} = 4,20$$

$$\text{Для второго аналога: } I_{\text{финр}}^{a2} = \frac{4,1}{0,80} = 5,13$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (12)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

**Таблица 5.19** Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Аналог 2	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	0,84	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	4,8	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	5,13	5,65	4,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	<b>1,10</b>		<b>1,35</b>

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что существующий вариант решения поставленной в магистерской диссертации задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее приемлемым.



### **Опубликованные работы по теме исследования.**

1. Вачадзе Г.Д., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В., Плотников Е.В., Журавков С.П.. Сравнительное исследование сорбционных свойств глауконита и активированного угля в отношении микробиологических загрязнений // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва.
2. Вачадзе Г.Д., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В., Плотников Е.В., Журавков С.П.. Сравнительное исследование сорбционных свойств глауконита и цеолита в отношении микробиологических загрязнений // Материалы XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва.
3. Вачадзе Г.Д., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В., Плотников Е.В., Журавков С.П.. Сравнительное исследование сорбционных свойств модифицированного глауконита и гравия в отношении микробиологических загрязнений // Материалы XX Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке» имени профессора Л.П. Кулёва.